PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO I E II

Curso Técnico
© SENAI - PR, 2004

CIP: 0332AA0101804

Elaboração Técnica Hugo Armando Ceron
Revisão Técnica Aparecido Ribeiro dos Santos

Equipe de editoração

Coordenação Márcia Donegá Ferreira Leandro
Diagramação Elaine Przybycien
Ilustração Elaine Przybycien
Capa Ricardo Mueller de Oliveira

Ficha Catalográfica
NIT - Núcleo de Informação Tecnológica
Diretoria de Tecnologia SENAI - DR/PR

S474p SENAI. PR
Planejamento e Controle da Produção I e II / SENAI. PR. -- Curitiba, 2004.

114 p.

1. PCP. 2. Kanban. 3. Just-in-time

CDU: 65.011

Direitos reservados ao
SENAI — Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
Departamento Regional do Paraná
Avenida Cândido de Abreu, 200 - Centro Cívico
Telefone: (41) 350-7000
Telefax: (41) 350-7101
E-mail: senaidr@pr.senai.br
CEP 80530-902 — Curitiba - PR

SUMÁRIO

1.1 O PROCESSO ADMINISTRATIVO 7
1. INTRODUÇÃO 7
1.2 A INDÚSTRIA NO CONTEXTO ATUAL 8
1.3.O SISTEMA DE PRODUÇÃO 9
2. O PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO 11
2.1ETAPAS COMPONENTES DO PCP 12
3.1. CUIDADOS NA ELABORAÇÃO DAS PREVISÕES 14
3. PREVISÃO DE DEMANDA 14
3.2. ETAPAS PARA ELABORAÇÃO DAS PREVISÕES 15
3.3. TÉCNICAS DE PREVISÃO 16
4. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA CAPACIDADE PRODUTIVA5 19
5. PLANO AGREGADO DA PRODUÇÃO 31
6. PLANO MESTRE DA PRODUÇÃO – PMP 35
6.1 ANÁLISE DA CAPACIDADE UTILIZANDO O PMP 37
7. PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO 39
7.1. SEQÜENCIAMENTO DA PRODUÇÃO 40
7.2. EMISSÃO DE ORDENS 44
8. ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO 47
9. CONCLUSÃO DO PCP 51
1. MRP 55
Árvore de estrutura para um produto “P” 59
2. JUST IN TIME 65
2.3. TÉCNICAS JIT 72
2.4. O JIT COMO UM MÉTODO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE 79
2.5. Controle Kanban 79
2.6. Programação Nivelada 80
2.7. Modelos mesclados 82
2.8. JIT e MRP 84
3.1. MATRIZ IMPORTÂNCIA – DESEMPENHO 85
3. MELHORAMENTO DA PRODUÇÃO 85
3.2. ABORDAGENS DE MELHORAMENTOS 87
3.3. MASP – MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÕES DE PROBLEMAS 88

4. PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO DE FALHAS 97
4.1. Medição de Falhas 98
4.2. PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO DE FALHAS 101
4.3. Manutenção 107
4.4. Planejamento de Recuperação de Falhas 108
5. Métodos de Controle Estatístico da Qualidade 109
5.1. ACEITAÇÃO POR AMOSTRAGEM 110
5.2. Controle Estatístico de Processo – CEP 111
5.3. Distribuição 111
5.4. Média Aritmética 112
5.5. Amplitude 112
5.6. Desvio Padrão 112
5.7. Limites de Controle 113
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 114

MÓDULO 1

PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A gestão das empresas consiste em otimizar o uso de seus recursos (materiais, financeiros, mercadológicos, administrativos, humanos, intelectuais e sociais) de forma a oferecer um resultado cada vez melhor à sociedade.

Para a gestão das empresas, o princípio essencial é o processo administrativo, composto pelas áreas de planejamento, organização, liderança e controle.

PLANEJAR, estabelecendo objetivos de desempenho e decidindo como alcançá-los.

ORGANIZAR as tarefas, pessoas e outros recursos para o trabalho.

LIDERAR, inspirando as pessoas para trabalhar e atingir alto desempenho.

CONTROLAR, medindo o desempenho e tomando providências para assegurar os resultados desejados.

1.1 O PROCESSO ADMINISTRATIVO

PLANEJAR

- Determinar a finalidade e os objetivos da organização.
- Prever as atividades necessárias para cada etapa.
- Prever os recursos necessários.
- Determinar o período de tempo para as ações.
- Informações básicas necessárias para definição de objetivos:
  - Potencialidades e Fraquezas da empresa
  - Oportunidades e Ameaças do ambiente externo

ORGANIZAR

- Agrupar pessoas e recursos.
- Definir atribuições e responsabilidades.
- Definir relações entre indivíduos e grupos.
- Estabelecer hierarquias.
- Estabelecer normas de trabalho (como, quando, quem...).
- Descrever e informar as funções necessárias.

LIDERAR

- Conduzir as equipes ao alcance dos objetivos.
- Incentivar as pessoas a executarem as tarefas.
- Coordenar o uso dos recursos.
- Acompanhar o desempenho das tarefas.

CONTROLAR

- Acompanhar o andamento dos trabalhos.
- Comparar as ações planejadas com os resultados alcançados.
- Estabelecer correções:
  - *planejado igual realizado*: continuar o bom trabalho;
  - *planejado diferente do realizado:* corrigir as atividades, modificar o nível de desempenho esperado ou alterar o sistema de controle.

1.2 A INDÚSTRIA NO CONTEXTO ATUAL[1]

O cenário industrial da atualidade apresenta algumas características marcantes, tais como:

- diminuição dos ciclos de vida dos produtos e competição baseada no tempo de desenvolvimento de novos produtos
- aumento na diversificação e complexidade dos produtos
- aumento das exigências dos clientes por qualidade e confiabilidade nos produtos
- aumento da competição global

- rápida adoção de novas tecnologias
- pequenos ciclos produtivos (rapidez de resposta)
- flexibilidade nas relações produtor/consumidor

Na tentativa de acompanhar esta complexidade de mercado, algumas empresas caem em erros bastante comuns, que acabam por dificultar o seu desenvolvimento:

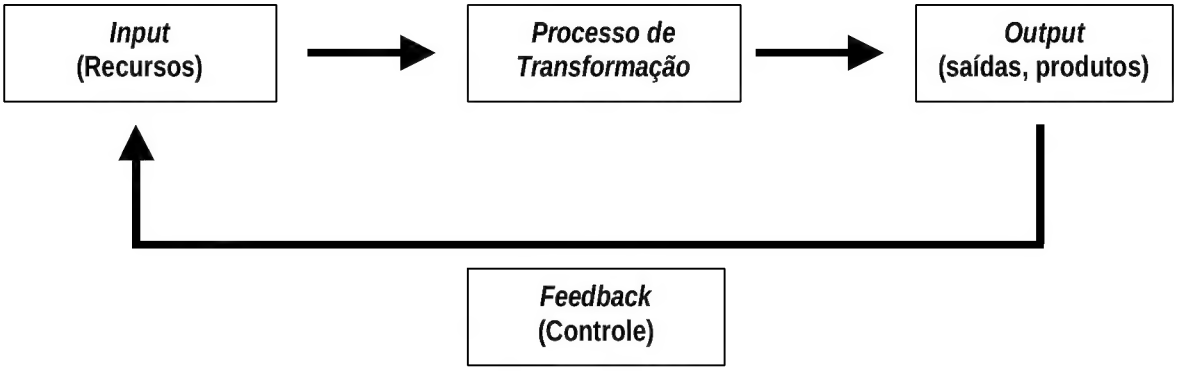
- inconsistências: divergências de interesses internamente
- complicações: atração pelas 'novas tecnologias'e pelas 'grandes coisas'
- perdas: desperdício, atividades que não agregam valor, retrabalho
- vaivém: decorrente de arranjo físico/logística inadequadas
- impaciência: as 'urgências', os 'incêndios' a apagar todos os dias...

Assim, torna-se necessária uma re-avaliação de como a produção pode contribuir efetivamente com o bom andamento da empresa.

1.3. O SISTEMA DE PRODUÇÃO

A empresa pode ser considerada um sistema, um 'organismo vivo' que se relaciona com o meio externo, composta por sistemas internos, que são suas áreas de administração. Entre elas, o foco deste módulo: a Produção.

O sistema da produção pode ser descrito como:



Como entradas do sistema, consideram-se todos os recursos necessários à produção, sejam materiais, informações, pessoal, capital. Como saídas do sistema, consideram-se os bens e serviços produzidos. E como processo de transformação, a produção propriamente dita, incluindo todas as tarefas, planos e controles necessários para que os recursos sejam transformados em produtos ou serviços.

O objetivo da administração deste sistema é alcançar a equilibrada combinação de EFICIÊNCIA e EFICÁCIA.

- Eficiência: utilizar procedimentos adequados, otimizar a aplicação dos recursos, executar as tarefas corretamente

- Eficácia: atingir os melhores resultados, alcançar o objetivos traçados.

COMPARATIVO EFICÁCIA / EFICIÊNCIA

Eficaz e Eficiente	Objetivos atingidos com a melhor utilização de recursos
Eficaz, mas Ineficiente	Objetivos atingidos,mas com maior consumo de recursos do que o previsto
Eficiente, mas Ineficaz	Recursos utilizados conforme o previsto, porém os objetivos não são atingidos
Ineficaz e Ineficiente	Os objetivos não são atingidos e o consumo de recursos ultrapassou o previsto

2. O PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Uma atividade da administração da produção que oferece grande contribuição para o alcance da eficácia e eficiência na indústria é o PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO, conhecido pela sigla "PCP".

PCP: conjunto de ações inter-relacionadas que objetiva direcionar o processo produtivo da empresa para o atendimento das expectativas dos clientes

O objetivo do PCP é estabelecer planos e controles que garantam:

- tempo adequado
- qualidade adequada
- custo adequado.

} PRODUÇÃO

Ou seja: produzir da melhor maneira possível, atendendo a demanda e tendo bons resultados para a empresa.

Para que o PCP possa ser realizado a contento, é necessária integração entre todas as áreas da empresa, que estarão fornecendo e recebendo informações da produção:

- ARRANJO FÍSICO: disponibilidade de espaços e equipamentos para facilitar o fluxo produtivo
- EQUIPAMENTOS: quantidade disponível e condições de uso
- PROGRAMAS DE MANUTENÇÃO: considerando reformas, prevenção e adequação dos equipamentos e máquinas para garantir a continuidade do processo
- MANUSEIO INTERNO: sistema de movimentação e arranjo de materiais nos estoques e na produção
- LISTA DE MATERIAIS: materiais disponíveis em estoque e em processo para produzir os produtos vendidos ou a vender

- LISTA DE FERRAMENTAS: disponibilidade de ferramentas, dispositivos e instrumentais necessários para produção
- TEMPOS PADRÕES: análise e estudo dos tempos das operações para determinação do tempo necessário para produzir o produto, incluindo o estudo da capacidade de produção e o planejamento de máquinas
- FOLHA DE OPERAÇÕES: descrição de todo o processo de fabricação de cada peça, com dados de tempo, ferramentas necessárias, máquinas e pessoas.
- PROGRAMAS DE VENDAS: quantidade de produtos a serem vendidos e que deverão ser fabricados para atender o mercado
- RECURSOS HUMANOS: as pessoas envolvidas na administração, operação e apoio ao sistema de produção

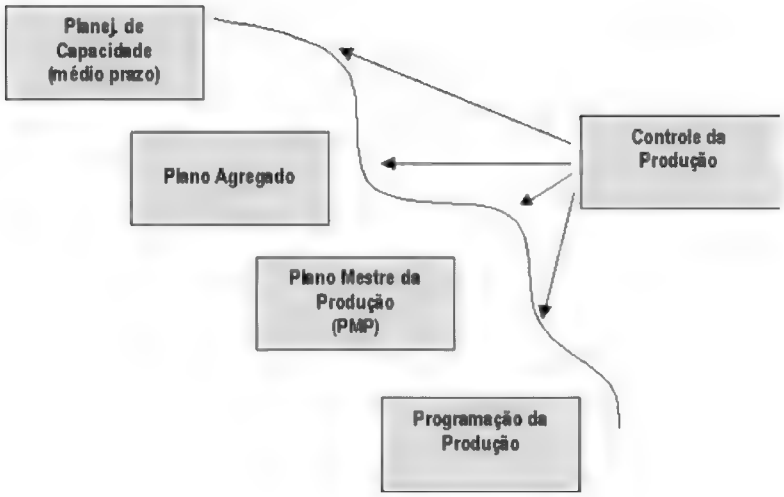
ESQUEMA GERAL DO PCP[2]

2.1 ETAPAS COMPONENTES DO PCP

Como departamento de apoio, o PCP é responsável pela coordenação e aplicação dos recursos produtivos de forma a atender da melhor maneira possível os planos estabelecidos a níveis estratégico, tático e operacional.

Para tal, o PCP parte das informações de Previsão da Demanda, normalmente repassadas pela área de vendas. Uma vez estabelecidas as metas a serem alcançadas de produção durante o período, inicia-se o processo de planejamento e controle da produção, seguindo-se as etapas:

ETAPAS DO PCP



3. PREVISÃO DE DEMANDA[3]

A previsão da demanda é a base para o planejamento estratégico da produção, vendas e finanças de qualquer empresa, e permite que os administradores destes sistemas antevejam o futuro e planejem adequadamente suas ações.

As previsões são usadas pelo PCP em dois momentos distintos: para planejar o sistema produtivo e para planejar o uso deste sistema produtivo.

A responsabilidade pela preparação da previsão da demanda normalmente é do setor de Marketing ou Vendas. Porém, existem dois bons motivos para que o pessoal do PCP entenda como esta atividade é realizada:

a) a previsão da demanda é a principal informação empregada pelo PCP na elaboração de suas atividades;

b) em empresas de pequeno e médio porte, não existe ainda uma especialização muito grande das atividades, cabendo ao pessoal do PCP (geralmente o mesmo de Vendas) elaborar estas previsões.

3.1. CUIDADOS NA ELABORAÇÃO DAS PREVISÕES

Quanto mais dados históricos estiverem disponíveis, mais confiável será a previsão.

Os dados devem buscar a caracterização da demanda possível para os produtos da empresa, que não será necessariamente igual às vendas passadas.

Variações extraordinárias devem ser analisadas e substituídas por valores médios.

O tamanho dos períodos de consolidação dos dados (mensal, trimestral...) influencia na escolha da técnica adequada de previsão.

3.2. ETAPAS PARA ELABORAÇÃO DAS PREVISÕES

1. Definir os objetivos da previsão:
   - Para que uso?
   - Quais produtos?
   - Grau de acuracidade?
   - Importância?

2. Coletar e analisar os dados históricos para escolher a técnica de previsão adequada

3. Escolher a técnica de previsão adequada:
   - Analisar o custo / acuracidade
   - Disponibilidade de dados históricos
   - Disponibilidade de recursos computacionais
   - Experiências passadas com as técnicas
   - Tempo disponível para realizar previsão
   - Período de planejamento para o qual será feita a previsão

4. Aplicar a técnica escolhida para previsão

5. Monitorar a previsão da demanda através da demanda real

   - A medida em que as previsões forem sendo alcançadas pela demanda real, deve-se monitorar a extensão do erro entre a demanda real e a prevista, para verificar se a técnica e os parâmetros empregados ainda são válidos. Em situações normais, um ajuste nos parâmetros do modelo, para que reflita as tendências mais recentes, é suficiente.

3.3. TÉCNICAS DE PREVISÃO

As técnicas de previsão podem ser subdivididas em dois grandes grupos:

a) as técnicas QUALITATIVAS privilegiam principalmente dados subjetivos, os quais são difíceis de representar numericamente; estão baseadas na opinião e no julgamento de pessoas chaves, especialistas nos produtos ou nos mercados onde atuam estes produtos;

b) as técnicas QUANTITATIVAS envolvem a análise numérica dos dados passados, isentando-se de opiniões pessoais ou palpites; empregam-se modelos matemáticos para projetar a demanda futura; podem ser subdivididas em dois grandes grupos: as técnicas baseadas em séries temporais, e as técnicas baseadas em correlações.

QUALITATIVAS	***QUANTITATIVAS***
Dados subjetivos **Baseados nas opiniões das pessoas** **Usa-se quando não há dados disponíveis, ou os dados são obsoletos ou não se tem tempo para medir**	**Análise numérica / matemática** **Isenta de análises pessoais** **Usa dados das demandas passadas**

ALGUNS MÉTODOS DE PREVISÃO[4]

QUALITATIVAS			
MÉTODO	**DESCRIÇÃO**	**HORIZONTE DE TEMPO**	**CUSTO RELATIVO**
Equipes de vendas de campo	Os cálculos dos vendedores de campo são agregados	CP-MP	B-M
Opiniões de executivos	Os gerentes de marketing, finanças e produção preparam a previsão conjuntamente	CP-LP	B-M
Gerência de linha de produto e vendas de campo	Cálculos independentes dos vendedores regionais são reconciliados com as projeções nacionais dos gerentes da linha de produto.	MP	M
Analogia histórica	Previsão pela comparação com produto idêntico introduzido previamente	CP-LP	B-M
DELPHI	Receber respostas de peritos a uma série de perguntas (anonimamente) e revisar cálculos	LP	M-A
Pesquisa de mercado	Questionários e reuniões são usados para dados sobre o comportamento antecipado do consumidor	MP-LP	A

QUANTITATIVAS – SÉRIE DE TEMPO			
MÉTODO	**DESCRIÇÃO**	**HORIZONTE DE TEMPO**	**CUSTO RELATIVO**
Ingênua	Usa a regra simples de que a previsão iguala o último valor ou o último acrescido de um valor de correção	CP	B
Média móvel	A previsão é simplesmente a média dos *n* períodos mais recentes	CP	B
Ajuste exponencial	A previsão é uma média móvel ponderada exponencialmente, onde os dados recentes têm mais peso	CP	B
Projeção de tendência	A previsão é linear, exponencial, ou outra projeção de tendência passada	MP-LP	B
Decomposição	A série de tempo é dividida em componentes de tendência periódicos, cíclicos e aleatórios	CP-LP	B
Box-Jenkins	Um modelo de regressão de série de tempo é proposto, testado estatisticamente, modificado e novamente testado até se satisfatório.	MP-LP	M-A

QUANTITATIVAS – ASSOCIATIVAS			
MÉTODO	**DESCRIÇÃO**	**HORIZONTE DE TEMPO**	**CUSTO RELATIVO**
Regressão e correlação	Uma ou mais variáveis associadas para prever via uma equação de mínimos quadrados (regressão) com correlação a uma variável explicativa	CP-MP	M-A
Econométrica	Usa uma solução simultânea de regressões múltiplas que se referem a uma ampla gama de atividades econômicas	CP-LP	A

CP = Curto Prazo
MP = Médio Prazo
LP = Longo Prazo

B = Baixo Custo
M = Médio Custo
A = Alto Custo

4. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA CAPACIDADE PRODUTIVA[5]

Uma vez realizados os projetos iniciais e investimentos de longo prazo para as instalações da fábrica, tem-se uma determinada capacidade produtiva total. Entretanto, a médio e curto prazo pode-se utilizar somente parte desta capacidade ou aumenta-la temporariamente com rearranjo de trabalhos. Esta atividade consiste em realizar-se o Planejamento e Controle da Capacidade Produtiva.

A capacidade de satisfazer a demanda atual e futura é uma preocupação fundamental da administração de produção. O equilíbrio entre capacidade e demanda pode gera altos lucros e satisfação para os clientes, enquanto que o desequilíbrio seria desastroso. Estas decisões, entretanto, precisam da colaboração de outras áreas (marketing e vendas, por ex.), uma vez que as decisões têm impacto em todas as áreas. As outras funções oferecem entrada (inputs) vitais para o planejamento e cada função deverá planejar e controlar a sua própria capacidade para atender a função principal.

A capacidade de uma operação é o máximo nível de atividade de valor agregado em determinado período de tempo, que o processo pode realizar sob condições normais. Muitas empresas operam abaixo da sua capacidade máxima, o que ocorre por insuficiência de demanda ou deliberadamente para proporcionar resposta rápida a cada novo pedido. Em alguns casos, entretanto, enquanto a empresa trabalha com algumas partes de sua operação abaixo da capacidade, outras estarão em capacidade máxima. Estas partes em capacidade máxima serão restrições da capacidade de toda a operação, pois de acordo com a natureza da demanda, diferentes partes de uma operação podem ser forçadas ao máximo, e a menos que recursos sejam providenciados para aumentar a capacidade da microoperação afetada, ela pode restringir a capacidade de toda a produção.

Portanto é necessário o planejamento e controle da capacidade, tarefa que consiste em determinar a capacidade efetiva da operação produtiva, de maneira a responder à demanda, decidindo como a operação deve reagir à suas flutuações. O tratamento feito nesta etapa trata de período de tempo menor (médio e curto prazo), com decisões tomadas dentro das limitações da capacidade física estabelecida pela estratégia de longo prazo.

Assim, uma vez definida a capacidade de produção a longo prazo, a gerência da produção deve decidir como ajustar a capacidade a médio prazo, o que envolve a avaliação da demanda futura. Na prática, as previsões não são exatas e as operações têm de responder a mudanças na demanda em espaço de tempo menor. Logo, são necessários também ajustes a curto prazo, para flexibilizar o volume produzido por um curto período, seja com base em previsões ou sem aviso. Esta definição dos níveis de capacidade no médio e curto prazo é considerada em termos agregados, ou seja, com decisões amplas e gerais, geralmente em famílias de produtos, sem ater-se a detalhes dos produtos ou serviços, considerando assim um mix de diferentes produtos relativamente constante no período do planejamento.

As decisões quanto ao planejamento da capacidade afetam diversos aspectos de desempenho:

a) custos: o equilíbrio entre capacidade e demanda afeta este aspecto; se a capacidade for excedente à demanda, pode ocorrer sub-utilização de capacidade, o que aumenta os custos unitários;
b) receitas: o equilíbrio entre capacidade e demanda afeta também este aspecto, mas inversamente; níveis de capacidade iguais ou superiores à demanda asseguram que toda a demanda seja atendida de maneira que não ocorra perda de receitas;
c) capital de giro: será afetado se uma operação optar por produzir estoques de bens antecipando-se à demanda, o que permitiria atender a demanda futura, mas a organização deve financiar o estoque até que seja vendido;

d) qualidade: pode ser afetada por um planejamento que inclua grandes flutuações nos níveis de capacidade, onde a contratação de pessoal novo e interrupção do trabalho rotineiro da operação aumentariam as chances de ocorrerem erros;

e) velocidade de resposta à demanda: pode ser melhorada através do aumento dos estoques ou pela provisão deliberada de capacidade excedente para evitar filas;

f) confiabilidade do fornecimento: será afetada pela proximidade entre os níveis de demanda e capacidade; quanto mais próximos forem os níveis, a operação será menos capaz de lidar com interrupções inesperadas e menos confiáveis será o fornecimento de bens e serviços;

g) flexibilidade: (principalmente de volume) será melhorada pela capacidade excedente; se houver equilíbrio entre capacidade e demanda, a operação não será capaz de responder a aumentos de demanda inesperados.

Para a tomada de decisões relativas ao planejamento e controle da capacidade produtiva, devem ser seguidas três etapas básicas: primeiramente, medir os níveis agregados de demanda e capacidade para o período a ser planejado; depois, identificar as políticas alternativas de capacidade que podem ser adotadas; e finalmente, escolher a política de capacidade mais adequada para a situação.

Para a medição da demanda, há três requisitos que dizem respeito ao planejamento e controle da capacidade:

a) deve ser expressa em termos úteis para o planejamento e controle de capacidade, em expectativas realistas de demanda e nas mesmas unidades que a capacidade;

b) deve ser tão exata quanto possível, pois se a demanda mudar rapidamente, pode ocorrer que a mudança realizada na capacidade não surta efeito a tempo;

c) deve fornecer uma indicação da incerteza relativa, apresentando uma certa probabilidade de ser maior ou menor do que a prevista, através do estudo das médias de demanda alcançadas anteriormente, mostrando o quanto a demanda real poderia ser diferente da média.

Em muitas empresas deve ser considerada a sazonalidade da demanda e em algumas, a sazonalidade de suprimentos. Estas flutuações podem ser razoavelmente previsíveis, porém algumas são afetadas por variações inesperadas, como clima ou condições econômicas.

As flutuações provenientes da sazonalidade da demanda podem ocorrer em períodos de um ano ou mais curto, como semanalmente, diariamente ou até em horas, dependendo do ramo de atividade da organização. O grau em que uma operação terá que lidar com flutuações de demanda de prazo muito curto será determinado pelo tempo que os clientes estão dispostos a esperar pelos produtos ou serviços.

Para a medição da capacidade o principal problema é a incerteza quanto à demanda, e ainda a complexidade de sua determinação, e somente em caso de produção altamente padronizada e repetitiva é fácil estabelecer a capacidade sem ambigüidade. Normalmente, o volume de produção (saídas) é a medida mais adequada, entretanto, em algumas operações não é tão simples, principalmente quando a gama de produtos é muito ampla e apresenta demandas variáveis. Neste último caso, freqüentemente são utilizadas medidas baseadas nos insumos (entradas) para medir a capacidade. Praticamente todos os tipos de operação poderiam usar uma mistura de medidas através de entradas e saídas, porém normalmente escolhe-se uma ou outra.

É possível ainda converter medidas de insumos a partir de medidas de volume de produção, ou vice-versa, pois conhecendo a capacidade física e os tempos-padrão para realização das atividades, pode-se calcular a capacidade da produção de um certo período. A capacidade dos recursos normalmente é definida por medida relacionada a tempo (por hora, por dia, etc.).

A medida da capacidade vai depender também do mix de atividades da organização, pois se esta desempenha muitos tipos diferentes de atividades, fica mais difícil de predizer o volume de produção. Como por exemplo, um hospital, que tem muitas atividades diferenciadas (internamentos longos e curtos sem previsão). Neste caso, utiliza-se normalmente a medida através dos recursos existentes, pois não há uma relação entre o número de leitos que possui e o número de pacientes que trata, ficando difícil prever o volume de produção que pode ocorrer.

Para a correta determinação da capacidade da operação, é necessário saber diferenciar a capacidade projetada e a real, após deduzidas as possíveis perdas. A capacidade teórica de projeto é a que foi projetada pelos técnicos quando da instalação da operação. Mas nem sempre ela é atingida, pois na realidade, a linha produtiva não pode funcionar continuamente em sua velocidade máxima, os produtos diferentes irão exigir mudanças nas linhas diminuindo o tempo de produção, além de dificuldades técnicas de programação que possam ocorrer. Assim, após deduzidas essas perdas previsíveis da capacidade teórica do projeto, teremos a capacidade efetiva da operação. Além dessas paradas previsíveis e inevitáveis, podem ocorrer fatores como problemas de qualidade a solucionar, quebras de máquinas, absenteísmo, e outros, que podem ser evitados e geram custo. Isto significa que o volume de produção real será ainda menor que a capacidade efetiva.

Para visualizar as proporções alcançadas do volume de produção realmente conseguido por uma operação para a capacidade de projeto e para a capacidade efetiva são utilizadas as expressões utilização e eficiência da planta, sendo: utilização = volume de produção real / capacidade de projeto; eficiência = volume de produção real / capacidade efetiva.

Capacidade de Projeto

Limitação física dos equip.

Capacidade Efetiva

Deduzidas as paradas inerentes / previstas

Volume de Produção Real

Deduzidas as perdas imprevistas / evitáveis

$$\text{Utilização} = \frac{\text{Volume}}{\text{Cap. Projeto}}$$

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{Volume}}{\text{Cap. Efetiva}}$$

A utilização é usada em muitos negócios como medida-chave do desempenho de produção, sendo uma indicação da proporção da capacidade projetada que foi usada para produzir bens de valor adicionado. Isto justifica-se pois qualquer perda de tempo de produção poderia ter sido usada para produzir mais, gerando mais lucro. A utilização é também conhecida por outros termos, de acordo com o ramo da operação: níveis de ocupação de quartos (em hotéis), fator de ocupação (em empresas aéreas), tempo de operação (em algumas fábricas).

Porém o uso da utilização para medição do desempenho de produção pode levar a conclusões erradas, pois uma baixa utilização pode ser resultante de baixa de demanda, paradas freqüentes, falta de materiais ou greves. E nem sempre é útil atingir altos níveis de utilização, que pode gerar formação de estoque desnecessário, que ocupa espaço e gera custos. A alta utilização também pode afetar o cliente se reduzir a velocidade e flexibilidade do volume da operação, como no caso dos caixas eletrônicos em bancos, onde a alta utilização representa longas filas de espera. Porém em alguns casos, a alta utilização pode ser agradável para os clientes, como por exemplo num show artístico de grandes proporções.

Após compreendidas as medições da demanda e da capacidade, o segundo passo é considerar os métodos alternativos de responder às flutuações da demanda. Existem três políticas puras:

a) política de capacidade constante: ignorar as flutuações e manter os níveis de atividades constantes;

b) política de acompanhamento da demanda: ajustar a capacidade para refletir as flutuações da demanda;

c) gestão da demanda: tentar mudar a demanda para ajustá-la à disponibilidade da capacidade produtiva.

Na política de CAPACIDADE CONSTANTE a capacidade é mantida durante todo o período de planejamentos sem considerar as oscilações de demanda. Dessa forma pode-se atingir padrões de emprego estáveis, alta utilização do processo e normalmente alta produtividade com baixos custos por unidade. Porém, pode criar estoques consideráveis que precisam ser armazenados e financiados. O maior problema pode ser decidir por produzir para estocar em vez de vender imediatamente. A maioria das empresas opta por esta política somente quando a previsão de demanda futura for relativamente certa, justificando os estoques, o que não pode ser feito no caso de produtos perecíveis ou que sofrem influência da moda (mudam rapidamente). Também não seria uma política conveniente a ser adotada no setor de serviços, uma vez que estes não podem ser estocados, o que implicaria em funcionamento da operação constantemente, independente da existência de demanda.

A política de ACOMPANHAMENTO DA DEMANDA tenta ajustar a capacidade o mais próximo possível do nível de demanda prevista, o que não é fácil de conseguir, uma vez que pode exigir um número diferente de operários, diferentes horas de trabalho e quantidades de equipamentos por período. Esta política é normalmente adotada por operações onde não é possível estocar a produção. Dessa forma, pode-se evitar a provisão desnecessária de pessoal em excesso, devendo satisfazer a demanda dos clientes ao longo do período. Quando a produção puder ser estocada, esta política pode ser usada para minimizar ou eliminar estoques de produtos acabados.

Algumas formas de acompanhamento da demanda, através do ajuste da capacidade:

a) horas extras e tempo ocioso: o método mais rápido e conveniente é ajustar o número de horas produtivas trabalhadas pelo pessoal; pode-se estender o dia de trabalho ou reduzi-lo através da utilização do pessoal em outras atividades como limpeza e conservação; os custos desse método são o pagamento extra necessário para o pessoal, ou o custo do pagamento de pessoal que não esteja engajado na produção, além de custos para manter a operação aquecida e ágil;

b) variar o tamanho da força de trabalho: pode-se ajustar o número de pessoas que trabalham, contratando pessoal extra nos períodos de alta demanda e dispensando-os quando esta diminui; seus custos incluem os de recrutamento, baixa produtividade (enquanto o pessoal aprende), de dispensa (incluindo possíveis indenizações); além disso, pode provocar perda de moral na operação e perda de boa vontade no mercado de mão-de-obra local;

c) usar pessoal em tempo parcial: recrutar pessoal para trabalhar em menos do que um dia de trabalho (como em restaurantes *fast food*), porém se os custos fixos da manutenção de cada empregado for alto, este método não é compensatório;

d) subcontratação: adquirir capacidade de outras empresas em época de alta demanda; não tem custos extras de investimento em capacidade, porém pode ser dispendiosa, uma vez que o subcontratante também exigirá uma margem mínima no negócio, podendo ainda não estar suficientemente motivado a respeitar os prazos e níveis de qualidade, além de poder desejar entrar no mesmo mercado.

A opção por GERENCIAR A DEMANDA pode permitir redução de custos e melhoria nos serviços, utilizando melhor a capacidade e melhorando o lucro potencial. Por isto, muitas empresas tentam utilizar esta política. Isto pode ser feito através da transferência da demanda dos períodos de pico para os períodos mais tranqüilos, o que normalmente seria responsabilidade das funções de marketing e vendas. A função da gestão de produção é identificar e avaliar os benefícios da gestão de demanda, e assegurar que as mudanças da demanda sejam atendidas pela produção.

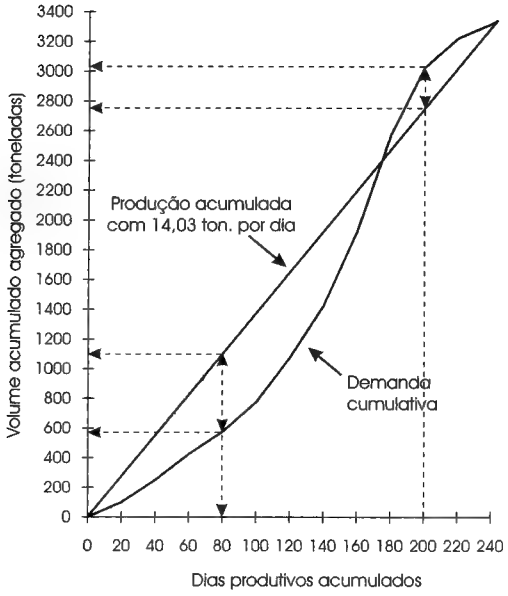
Para mudar a demanda, pode-se alterar parte do composto de marketing, como preço ou atividades promocionais, e às vezes, até mesmo pequenas mudanças no produto ou serviço. A mudança mais óbvia é no preço, utilizada mais para serviços que para produtos, e que incentiva com preços mais baixos o consumo nos períodos de baixa demanda, e preços mais altos na situação de alta demanda. Além do preço, pode-se aumentar a demanda em períodos de baixa através de propaganda adequada, que pode estar combinada com oferta de preços e produtos modificados. Mudanças mais radicais podem incluir produtos ou serviços alternativos, através do desenvolvimento de novos produtos, utilizando os processos de produção existentes. Porém estes produtos têm padrões de demanda diferentes ao longo do ano, e deve-se comparar os benefícios aparentes com os riscos de prejudicar o produto principal, pois a produção deve ser capaz de atender aos dois mercados.

Todas essas estratégias puras têm custos associados. Por essa razão, muitas empresas optam por utilizar uma combinação delas, para conseguir um equilíbrio adequado entre os custos e o serviço ao cliente.

O passo seguinte é a decisão de qual das abordagens de planejamento de capacidade é adequada. Uma técnica útil nesta tarefa é a representação acumulada, que permite comparar a demanda e a capacidade quanto à viabilidade, auxiliando a avaliação das conseqüências da adaptação de políticas de capacidade.

A REPRESENTAÇÃO ACUMULADA de demanda e capacidade revela mais informações do que outras abordagens, que demonstram a demanda ou capacidade mês a mês, por exemplo. Assim, ao desenhar a linha da capacidade acumulada no mesmo gráfico, a viabilidade e as conseqüências de uma política de capacidade podem ser melhora avaliadas. Desta forma, é mais fácil visualizar as situações.

REPRESENTAÇÃO ACUMULADA[6]



	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Demanda (toneladas/mês)	100	150	175	150	200	300	350	500	650	450	200	100
Dias produtivos	20	18	21	21	22	22	21	10	21	22	21	18
Demanda (toneladas/dia)	5	8,33	8,33	7,14	9,52	13,64	16,67	50	30,95	20,46	9,52	5,56
Dias acumulados	20	38	59	80	102	124	145	155	176	198	219	237
Demanda acumulada	100	250	425	575	775	1075	1425	1925	2575	3025	3225	3325
Produção acumulada (toneladas)	281	533	828	1122	1431	1740	2023	2175	2469	2778	3073	3325
Estoque final (toneladas)	181	283	403	547	656	715	609	250	(106)	(247)	(150)	0

Se a linha da produção acumulada está acima da linha da demanda acumulada, significa que neste período ocorreu estoque de produtos, e a distância entre as linhas representa o nível deste estoque. Se a linha da demanda acumulada estiver acima da linha de produção acumulada, indica escassez do produto, no nível representado pela distância entre elas. Se a política de capacidade deseja atender à demanda à medida que ela ocorre, a linha de produção acumulada deve estar sempre acima da linha de demanda acumulada.

É possível realizar uma comparação entre políticas de capacidade com base em dados acumulados. Se a política pura adotada for de acompanhamento da demanda, a linha de produção acumulada atenderia à linha de demanda acumulada. A distância entre elas seria zero, assim como o estoque. Embora isto elimine custos de manutenção de estoques, geraria outros associados com a mudança de níveis de capacidade.

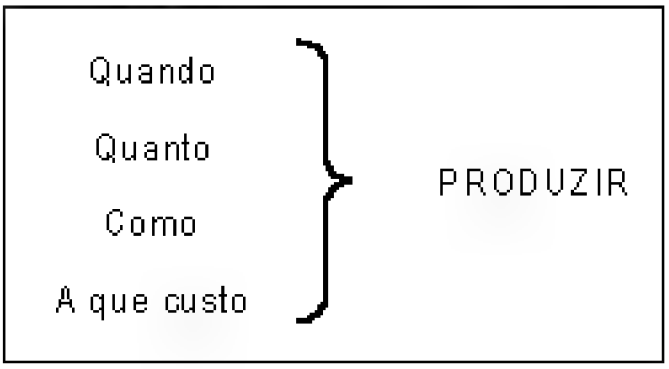
Pode-se observar que, dadas as previsões de demanda, os gerentes de produção podem planejar para proporcionar um nível adequado de capacidade em momentos futuros. Porém, na prática, a gestão de capacidade é um processo mais dinâmico, onde deve-se controlar e reagir à demanda real e à capacidade real quando elas ocorrem. No início de cada período, a gerência de produção analisa a previsão da demanda, a capacidade atual e o estoque do período anterior, para fazer planos para o próximo período. No período seguinte, a demanda pode ou não corresponder ao previsto, e ainda assim, os mesmos tipos de decisões terão de ser tomadas novamente para os períodos seqüentes.

Os gerentes de produção são influenciados pela confiança na coincidência da demanda futura com a capacidade futura. Se a longo prazo a demanda tiver probabilidade de exceder a capacidade atual, então são necessárias providência de aumento desta. Se ocorrer o contrário, a demanda futura for provavelmente baixa, deve-se procurar redução na capacidade de longo prazo. E ainda deve ser considerada a demanda atual, pois mesmo que a futura seja maior ou menor, tem-se de atender a atual. Conforme forem as previsões de longo prazo e de curto prazo, deverão ser tomadas decisões a respeito do aumento ou redução da capacidade produtiva, definindo-se a política de capacidade a ser utilizada pela produção.

5. PLANO AGREGADO DA PRODUÇÃO[7]

Como resultado das decisões estratégicas no âmbito da produção, e uma vez definidas as políticas de capacidade possíveis para o período, é elaborado um plano de médio prazo (6 a 18 meses usualmente) que tem por meta direcionar os recursos produtivos no sentido das estratégias escolhidas.

O PLANO AGREGADO pode ser considerado como a *oficialização* da política de capacidade, sendo que ambos seguem a mesma lógica de planejamento, porém com nomenclaturas diferentes. Este plano servirá de base para equacionar os níveis de produção, estoques, recursos humanos, máquinas e instalações necessárias para atender a demanda prevista de bens e serviços.



O plano agregado de produção trabalha com informações agregadas de vendas e produção, normalmente com o agrupamento de produtos em famílias afins.

a) os períodos de planejamento são de meses ou trimestres, abrangendo um, ou mais anos, para frente;
b) a nível tático, o plano agregado de produção servirá de base para desenvolver o plano mestre da produção, onde as informações serão desmembradas;
c) há necessidade de desenvolver uma dinâmica de replanejamento que seja empregada sempre que uma variável importante do plano se alterar substancialmente

Há uma série de informações necessárias para a elaboração de um plano:

a) recursos: equipamentos, instalações, força de trabalho, taxa de produção;
b) previsão da demanda: demanda prevista para as famílias de itens;
c) políticas alternativas: sub-contratações, turno extras, postergar a produção, estoques, etc;
d) dados de custos: produção normal, armazenagem, sub-contratações, turno extra, etc.

Várias técnicas podem ser utilizadas para auxiliar na elaboração de um plano agregado de produção. Algumas delas procuram soluções otimizadas, outras aproveitam-se da experiência e do bom senso dos planejadores. As *técnicas matemáticas* empregam modelos matemáticos (programação linear, programação por objetivos, simulação, algoritmos genéticos, etc.) para buscar a melhor alternativa. As *técnicas informais* de tentativa e erro empregam tabelas e gráficos para visualizar as situações planejadas e decidir pela mais viável. Detalha-se na seqüência a técnica informal, bastante utilizada por necessitar de recursos mais acessíveis.

Os passos básicos para gerar um plano agregado de produção são os seguintes:

1. agrupar os produtos em famílias afins;
2. estabelecer o horizonte e os períodos de tempo a serem incluídos no plano;
3. conhecer a previsão da demanda destas famílias para os períodos, no horizonte de planejamento;
4. determinar a capacidade de produção pretendida por período, para cada alternativa disponível (turno normal, turno extra, sub-contratações, etc.);
5. definir as políticas de produção e estoques que balizarão o plano (por exemplo: manter um estoque de segurança de 10% da demanda, não atrasar entregas, ou buscar estabilidade para a mão-de-obra para pelo menos 6 meses, etc.);

6. determinar os custos de cada alternativa de produção disponível;
7. desenvolver planos de produção alternativos e calcular os custos decorrentes;
8. analisar as restrições de capacidade produtiva;
9. eleger o plano mais viável estrategicamente.

EXEMPLO DE PLANO AGREGADO[8]

Período	1 trim.	2 trim.	3 trim.	4 trim.	5 trim.	6 trim.	7 trim.	8 trim.	Total
Demanda	200	200	200	300	400	300	200	200	2000
Produção:									
Normal	250	250	250	250	250	250	250	250	2000
T. extra									
Subcontr.									
Prod - Dem	50	50	50	(50)	(150)	(50)	50	50	0
Estoques:									
Inicial	50	100	150	200	150	0	0	0	
Final	100	150	200	150	0	0	0	50	
Médio	75	125	175	175	75	0	0	25	650
Atrasos	0	0	0	0	0	50	0	0	50
Custos $									
Produção:									
Normal	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	8000
T. extra									
Subcontr.									
Estoques	150	250	350	350	150	0	0	50	1300
Atrasos	0	0	0	0	0	1000	0	0	1000
Total $	1150	1250	1350	1350	1150	2000	1000	1050	10300

A elaboração do plano agregado terá diferentes critérios para diferentes tipos de produção, seja produção contínua, em lotes ou por encomenda.

Em uma produção CONTÍNUA, com produto único e de alto volume, será necessário definir:

a) quanto usar da capacidade
b) qual o ritmo da produção
c) qual a manutenção dos estoques
d) custos envolvidos

Desta forma, o planejamento deste tipo de produção será relativamente SIMPLIFICADO.

Em uma produção EM LOTES, de vários produtos e quantidades variáveis, será necessário definir:

a) quais as políticas de capacidade
b) quanto/quando produzir
c) como produzir
d) qual a manutenção dos estoques
e) custos envolvidos

Desta forma, o planejamento deste tipo de produção terá MAIOR COMPLEXIDADE, por conta das variáveis envolvidas no processo de fabricação.

Em uma produção SOB ENCOMENDA, com produtos únicos e especiais, as características serão diferenciadas:

a) define-se a disponibilidade de capacidade
b) planeja somente após pedidos
c) não mantém estoques
d) custos variam muito

Desta forma, o planejamento deste tipo de produção terá ALTA COMPLEXIDADE, uma vez que a cada novo produto será necessário um planejamento diferente.

"MANDAMENTOS" DO PLANO AGREGADO

Determine as políticas da empresa (variações controláveis)

Use uma boa previsão de demanda

Estabeleça o controle dos estoques

Estabeleça a equipe de trabalho

Conheça todos os custos envolvidos

Considere a flexibilidade p/ mudanças

Acompanhe o planejamento constantemente

Reaja à mudanças se necessário

TER VISÃO DO TODO

6. PLANO MESTRE DA PRODUÇÃO - PMP[9]

Uma vez realizado o planejamento de médio (plano agregado), pode-se iniciar o planejamento de períodos menores para que seja operacionalizada a produção. Esta próxima etapa é denominada de PLANO MESTRE DA PRODUÇÃO.

O PMP diferencia-se do plano agregado de produção sob dois aspectos: o nível de agregação dos produtos e a unidade de tempo analisada. Onde o plano agregado de produção estratégico tratava de famílias de produtos, o PMP, já voltado para a operacionalização da produção, tratará de produtos individuais. Da mesma forma, onde o plano agregado de produção empregava meses, trimestres e anos, o PMP empregará uma unidade de planejamento mais curta, normalmente semanas, ou no máximo meses para produtos com ciclos produtivos longos.

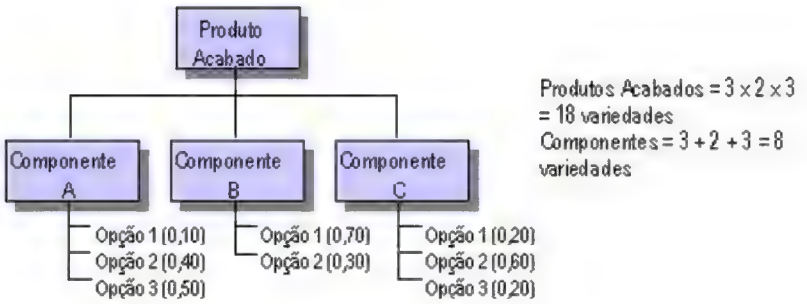
Na elaboração do PMP estão envolvidas todas as áreas que têm um contato mais direto com a manufatura, uma vez que são necessárias as informações de estoque de matéria-prima, da disponibilidade de pessoal para produção, dos pedidos já efetivados pelos clientes entre outras.

Para facilitar o tratamento das informações e, na maioria dos casos, informatizar o sistema de cálculo das operações referentes à elaboração do PMP, empregamos um arquivo com as informações detalhadas por item que será planejado. Neste arquivo constam informações sobre a demanda prevista e real, os estoques em mãos e projetados e a necessidade prevista de produção do item.

EXEMPLO DE ARQUIVO DE PMP[10]

		Julho				Agosto			
		1	2	3	4	1	2	3	4
Demanda Prevista		50	50	50	50	60	60	60	60
Demanda Conformada		55	40	10	5	0	0	0	0
Recebimentos Programados		100							
Estoques projetados	5	50	100	50	100	40	80	20	60
PMP			100		100		100		100

Como o PMP é elaborado por produto (individualmente), se não tivermos uma quantidade excessiva de produtos acabados que venha a inviabilizar os cálculos, incluímos todos no planejamento. Entretanto, se a quantidade de produtos acabados for grande, devemos controlá-los através de um programa de montagem final, e deixar para planejar via PMP os componentes do nível abaixo.



O planejamento-mestre da produção trabalha com a variável tempo em duas dimensões: uma é a determinação da unidade de tempo para cada intervalo do plano, a outra é a amplitude, ou horizonte, que o plano deve abranger na sua análise.

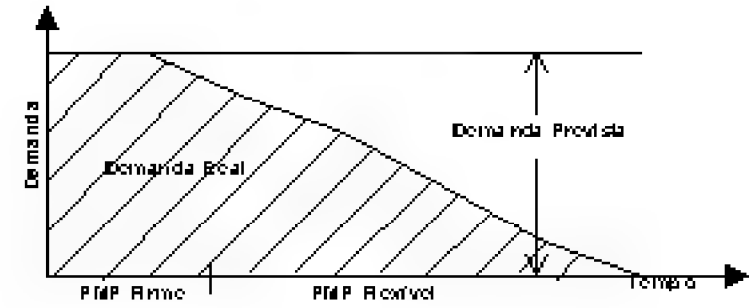
A determinação dos intervalos de tempo que compõem o PMP dependerá da velocidade de fabricação do produto incluído no plano e da possibilidade prática de alterar o plano. Normalmente trabalham-se com intervalos de semanas. Raramente empregam-se dias, mesmo que os produtos sejam fabricados em ritmos rápidos, pois a velocidade de coleta e análise dos dados inviabiliza a operacionalização diária do PMP.

Não há necessidade de se usar o mesmo intervalo de tempo para todo o plano. Pode-se começar com semanas, e, a medida em que se afastar da parte firme do plano, passar a usar meses e depois trimestres.

O PMP é desmembrado em dois níveis de horizontes de tempo, com objetivos diferenciados:

a) no nível FIRME, o PMP serve de base para a programação da produção e a ocupação dos recursos produtivos;

b) no nível sujeito a alterações, denominado FLEXÍVEL, o PMP serve para o planejamento da capacidade de produção e as negociações com os diversos setores envolvidos na elaboração do plano.



A parte firme do plano deve abranger no mínimo o tempo do caminho crítico da produção do lote do item que está se planejando, ou seja, o lead time necessário para terminar o produto já iniciado.

6.1 ANÁLISE DA CAPACIDADE UTILIZANDO O PMP

A análise da capacidade de produção para o plano agregado considerou a possibilidade de trabalhar variáveis de longo prazo. Já as decisões relativas ao PMP envolvem a negociação com variáveis de médio prazo.

A função da análise da capacidade produtiva do PMP consiste em equacionar os recursos produtivos da parte variável do plano, de forma a garantir uma passagem segura para sua parte fixa e posterior programação da produção.

Rotina de análise da capacidade produtiva do PMP:

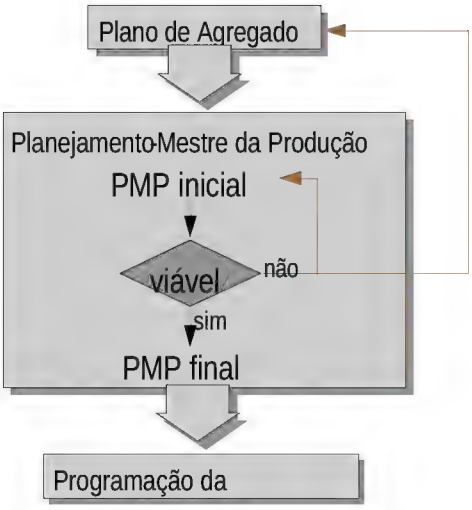
a) identificar os recursos a serem incluídos na análise (como forma de simplificação pode-se considerar apenas os recursos críticos, ou gargalos);

b) obter o padrão de consumo da variável que se pretende analisar (horas-máquina/unidade, horas-homem/unidade, m3/unidade, etc.) de cada produto acabado incluído no PMP para cada recurso;

c) multiplicar o padrão de consumo de cada produto para cada recurso pela quantidade de produção em cada período prevista no PMP;

d) consolidar as necessidades de capacidade para cada recurso.

Fazendo o cálculo de ocupação para cada recurso que nos interessa analisar, e confrontando-a com a disponibilidade do mesmo, podemos concluir se o PMP planejado é viável, ou se deve-se alterar os planos de alguns produtos para torná-lo viável.



7. PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO[14]

A partir do Plano Mestre da Produção, inicia-se a operação propriamente dita da produção, disparada pela PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO.

As atividades da programação da produção no sistema de empurrar são essencialmente:

a) ADMINISTRAÇÃO DE ESTOQUES: encarregada de planejar e controlar os estoques definindo os tamanhos dos lotes, a forma de reposição e os estoques de segurança do sistema;

b) SEQÜENCIAMENTO: gera um programa de produção que utilize inteligentemente os recursos disponíveis, promovendo produtos com qualidade e custos baixos.

c) EMISSÃO E LIBERAÇÃO DE ORDENS: implementa o programa de produção, emitindo a documentação necessária para o início das operações (compra, fabricação e montagem) e liberando-a quando os recursos estiverem disponíveis.

Já no sistema de puxar a produção as atividades de programação da produção (administração de estoques, seqüenciamento e emissão de ordens) são operacionalizadas pelo emprego do sistema *kanban*.

Escolhida uma sistemática de administração dos estoques, serão geradas, de forma direta ou indireta, as necessidades de compras, fabricação e montagem dos itens para atender ao PMP.

7.1. SEQÜENCIAMENTO DA PRODUÇÃO

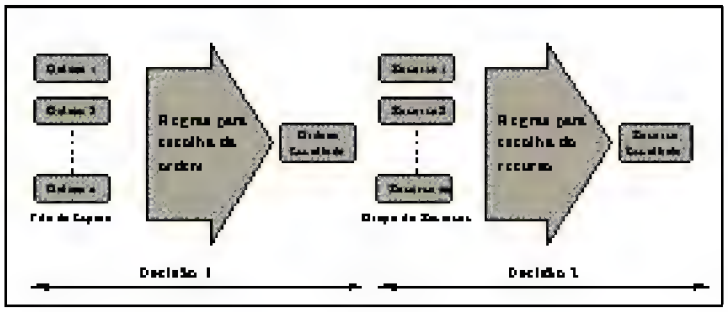
A princípio, o seqüenciamento e a emissão de um programa de produção deveria ser uma tarefa simples para o PCP, porém, dentro da dinâmica empresarial, instabilidades de curto prazo fazem com que a eficiência do sistema produtivo dependa fundamentalmente de um processo dinâmico de seqüenciamento e emissão do programa de produção.

Conforme o tipo de processo produtivo da empresa, a programação da produção terá tarefas diferentes.

Os processos CONTÍNUOS se propõem a produção de poucos itens, normalmente um por instalação, e assim não existem problemas de seqüenciamento quanto à ordem de execução das atividades. Os problemas de programação se resumem à definição da velocidade que será dada ao sistema produtivo para atender a determinada demanda estabelecida no PMP. Caso mais de um produto seja produzido na mesma instalação, procura-se atender o PMP com lotes únicos de cada item, devido ao alto custo dos *setups* dos equipamentos produtivos.

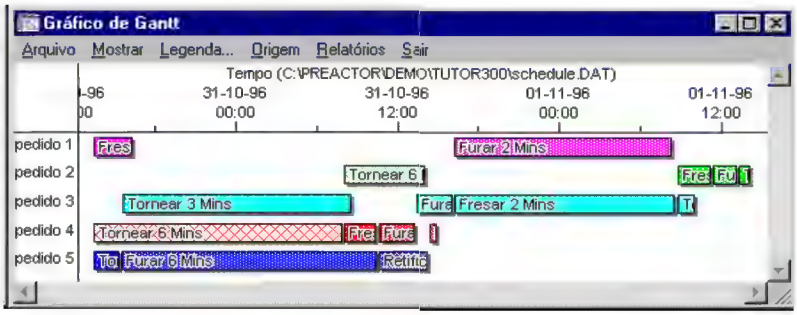
O trabalho da programação da produção nos processos REPETITIVOS EM MASSA, ou seja, intermitentes, em grandes quantidades e feito em linha de montagem, consiste em buscar um ritmo equilibrado entre os vários postos de trabalho, principalmente nas linhas de montagem, conhecido como *balanceamento* de linha, de forma a atender economicamente uma taxa de demanda, expressa em termos de *tempo de ciclo* de trabalho. Em outras palavras, o balanceamento da linha busca definir conjuntos de atividades que serão executados por homens e máquinas de forma a garantir um tempo de processamento aproximadamente igual (tempo de ciclo) entre os postos de trabalho.

A questão do seqüenciamento em processos repetitivos em LOTES pode ser analisada sob dois aspectos: a escolha da ordem a ser processada dentre uma lista de ordens (decisão 1) e a escolha do recurso a ser usado dentre uma lista de recursos disponíveis (decisão 2).



Desta forma, devido à variedade de produtos e quantidades, normalmente distribuídos em layout por processo, ocorre uma maior complexidade para programar a produção neste tipo de sistema produtivo, onde é necessário estabelecer qual dos produtos ou peças será produzido primeiro e em qual dos diferentes postos de trabalho.

Nesta tarefa de tantas variáveis, o GRÁFICO DE GANTT é um instrumento bastante útil, que permite a visualização de um programa de produção, auxiliando na análise de diferentes alternativas de seqüenciamento deste programa. O gráfico de Gantt pode ser empregado de diferentes formas, sendo que uma das mais comuns consiste em listar as ordens programadas no eixo vertical e o tempo no eixo horizontal.



Para facilitar e padronizar o trabalho de seqüenciamento, podem ser utilizadas *regras* específicas, chamadas regras de seqüenciamento. Estas regras são heurísticas usadas para selecionar, a partir de informações sobre os lotes ou sobre o estado do sistema produtivo, qual dos lotes esperando na fila de um grupo de recursos terá prioridade de processamento, bem como qual recurso deste grupo será carregado com esta ordem.

Geralmente, as informações mais importantes estão relacionadas com o tempo de processamento (*lead time*) e com a data de entrega, que podem ser estabelecidos tendo por base as informações dos produtos finais ou dos lotes individualmente.

As regras de seqüenciamento podem ser classificadas segundo várias óticas:

a) regras estáticas e regras dinâmicas;
b) regras locais versus regras globais;
c) regras de prioridades simples, combinação de regras de prioridades simples, regras com índices ponderados e regras heurísticas sofisticadas.

Não existem regras de seqüenciamento que sejam eficientes em todas as situações. Geralmente, a eficiência de um seqüenciamento é medida em termos de três fatores: o *lead time* médio, o atraso médio, e o estoque em processo médio. Porém nada substitui um bom planejamento mestre da produção e a utilização equilibrada dos recursos produtivos.

REGRAS DE SEQÜENCIAMENTO[17]

Sigla	Especificação	Definição
PEPS	Primeira que entra primeira que sai	Os lotes serão processados de acordo com sua chegada no recurso.
MTP	Menor tempo de processamento	Os lotes serão processados de acordo com os menores tempos de processamento no recurso.
MDE	Menor data de entrega	Os lotes serão processados de acordo com as menores datas de entrega.
IPI	Índice de prioridade	Os lotes serão processados de acordo com o valor da prioridade atribuída ao cliente ou ao produto.
ICR	Índice crítico	Os lotes serão processados de acordo com o menor valor de: $(\text{data de entrega} - \text{data atual}) / \text{tempo de processamento}$
IFO	Índice de folga	Os lotes serão processados de acordo com o menor valor de: $\frac{\text{data de entrega} - \sum \text{tempo de processamento restante}}{\text{numero de operacoes restante}}$
IFA	Índice de falta	Os lotes serão processados de acordo com o menor valor de: quantidade em estoque / taxa de demanda

Algumas características importantes com relação às regras empregadas:

a) simplicidade: as regras devem ser simples e rápidas de entender e aplicar;

b) transparência: a lógica por trás das regras deve estar clara, caso contrário o usuário não verá sentido em aplicá-la;

c) interatividade: devem facilitar a comunicação entre os agentes do processo produtivo.

d) gerar prioridades palpáveis: as regras aplicadas devem gerar prioridades de fácil interpretação.

e) facilitar o processo de avaliação: as regras de seqüenciamento devem promover, simultaneamente à programação, a avaliação de desempenho de utilização dos recursos produtivos.

Embora seja aconselhável o uso de regras formais de seqüenciamento para priorizar os trabalhos da produção, podem, e usualmente são utilizados, critérios relacionados

O seqüenciamento para processos POR PROJETO, onde busca-se atender a demanda específica de um determinado cliente que, provavelmente, não se repetirá, tem características bem específicas, sendo necessário um novo planejamento a cada projeto realizado.

Assim, o PCP de processos por projetos busca seqüenciar as diferentes atividades do projeto de forma que cada uma delas tenha seu início e conclusão encadeados com as demais atividades que estarão ocorrendo em seqüência e/ou paralelo com a mesma. A técnica mais empregada para planejar, seqüenciar e acompanhar projetos é a técnica conhecida como PERT/CPM (Program Evaluation and Review Technique / Critical Path Method).

Esta técnica permite que os administradores do projeto, em particular o PCP, tenham:

a) uma visão gráfica das atividades que compõem o projeto;

b) uma estimativa de quanto tempo o projeto consumirá;

c) uma visão de quais atividades são críticas para o atendimento do prazo de conclusão do projeto;

d) uma visão de quanto tempo de folga dispomos nas atividades não-críticas, o qual pode ser negociado no sentido de reduzir a aplicação de recursos, e conseqüentemente custos.

7.2. EMISSÃO DE ORDENS

A última atividade do PCP antes do início da produção propriamente dita, consiste na emissão e liberação das ordens de fabricação, montagem e compras, que permitirão aos diversos setores operacionais da empresa executarem suas atividades de forma coordenada no sentido de atender determinado PMP projetado para o período em questão.

Uma ordem de fabricação, montagem ou compras deve conter as informações necessárias para que os setores responsáveis pela fabricação, montagem ou compras possam executar suas atividades.

Até serem emitidas e liberadas, as ordens são apenas planos que se pretendem cumprir. Uma vez formalizada a documentação e encaminhada aos seus executores, estas ordens entram na esfera operacional do processo produtivo. Ações são tomadas e recursos alocados para a sua efetivação, fazendo com que seja difícil e antieconômico mudanças nesta programação.

Desta forma, é conveniente que o PCP antes de formalizar uma programação da produção verifique se todos os recursos necessários para o atendimento destas ordens estejam disponíveis, evitando que ordens sejam emitidas e, por falta de recursos, não sejam atendidas.

As ordens de compra são encaminhadas ao Departamento de Compras. As ordens de fabricação e montagem, antes de liberadas, necessitam ser verificadas quanto à disponibilidade de recursos humanos, máquinas e materiais.

Os recursos humanos e máquinas ficam a cargo dos encarregados dos setores, e a verificação da disponibilidade de matérias-primas, peças componentes e ferramentas é a função que cabe ao PCP realizar antes da liberação das ordens de fabricação e montagem. A verificação da disponibilidade destes itens é feita com auxílio dos registros de controle de estoques e ferramentas.

8. ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO[18]

Uma vez executadas as etapas de planejamento da produção e iniciada a operacionalização das tarefas, é necessário o acompanhamento ou CONTROLE da produção.

O objetivo do acompanhamento e controle da produção é fornecer uma ligação entre o planejamento e a execução das atividades operacionais, identificando os desvios, sua magnitude e fornecendo subsídios para que os responsáveis pelas ações corretivas possam agir.

Apesar de teoricamente os recursos necessários para a execução dos planos de produção terem sido planejados e programados pelo PCP, na prática, infelizmente, a ocorrência de desvios entre o programa de produção liberado e o executado é a situação mais comum.

Quanto mais rápido os problemas forem identificados, ou seja, quanto mais eficientes forem as ações do acompanhamento e controle da produção, menores serão os desvios a serem corrigidos, menor o tempo e as despesas com ações corretivas.

A questão da velocidade com que deve se obter o *feedback* das informações está associada ao tipo de processo produtivo.

Em processos CONTÍNUOS, ou de produção em MASSA, o *feedback* das informações deve ser rápido, com coleta de dados em tempo real e acompanhamento on-line, pois em pouco tempo, devido à alta velocidade produtiva, os desvios serão grandes.

No outro extremo, nos processos POR PROJETO, o *feedback* das informações produtivas pode ser semanal ou maior, visto que os ritmos de alterações nas tarefas produtivas são desta magnitude.

Entre estes dois extremos, tem-se os processos repetitivos EM LOTES, em que a freqüência de coleta das informações deve ser compatível com a velocidade de produção dos lotes.

Cabe ressaltar que, a não ser que os desvios sejam muito significativos, os *replanejamentos* devem ser evitados, sendo empregados como último recurso pelo PCP, pois sempre vale a pena exercer esforços para fazer validar os programas preestabelecidos.

Mudanças nos planos implicam em alterações em todo o fluxo produtivo, com reflexo por toda a empresa. Desta forma, pode-se dizer que um sistema de acompanhamento e controle da produção eficiente é reflexo da elaboração pelo PCP de um programa de produção válido, baseado em um PMP real, e sustentado por recursos equacionados estrategicamente no Plano Agregado de Produção.

Apesar do advento de computadores cada vez mais potentes e de softwares sofisticados, a essência do acompanhamento e controle da produção pelo PCP, diz respeito ao emprego de pessoas qualificadas para a identificação das exceções, planos de produção consistentes, e ambiente produtivo organizado e previsível. A máxima de que não devemos informatizar o *caos* é uma realidade, e a simples geração de dados não garante controles eficientes.

O programa emitido é acompanhado e controlado pelo PCP através das seguintes funções:

a) coleta e registro de dados sobre o estágio das atividades programadas;
b) comparação entre o programado e o executado;
c) identificação dos desvios;
d) busca de ações corretivas;
e) emissão de novas diretrizes com base nas ações corretivas;
f) fornecimento de informações produtivas aos demais setores da empresa;
g) preparação de relatórios de análise de desempenho do sistema produtivo.

No acompanhamento e controle da produção, o PCP incorpora a função de verificar como está o DESEMPENHO, ou a qualidade, do atendimento do programa de produção projetado para o período, sendo este então o *processo* a ser acompanhado e avaliado. Desta forma, os itens de controle, ou as medidas de desempenho, devem estar relacionados com o custo, qualidade, entrega e serviços do programa de produção em andamento.

Algumas considerações importantes quanto a definição de medidas de desempenho devem ser colocadas, entre elas pode-se citar:

a) dados visuais e físicos são mais fáceis de interpretar do que dados financeiros, principalmente quanto ao desempenho do programa de produção;

b) medidas de desempenho agregadas são mais fáceis de se obter e usar do que dados individualizados, como por exemplo indicadores sobre famílias de produtos ao invés de itens isolados;

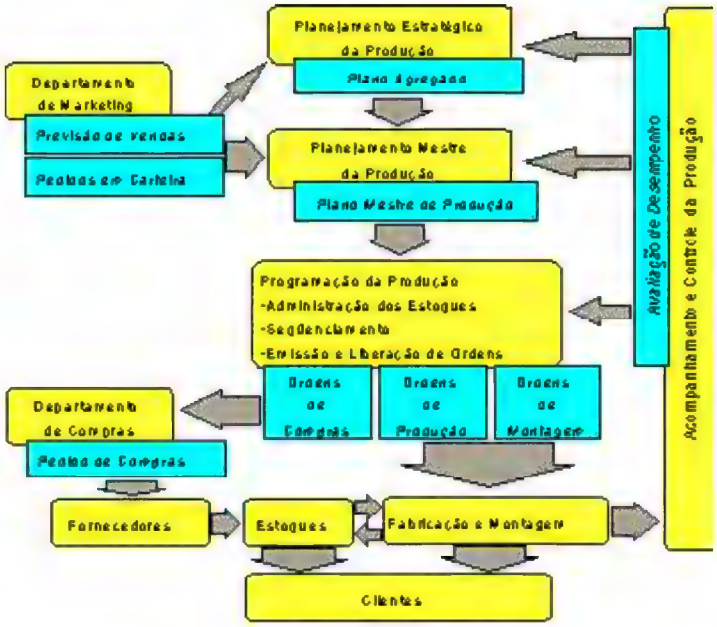
c) é mais importante obter valores oportunos do que exatos, ou seja, dados exatos podem demorar muito para serem obtidos enquanto ações corretivas podem ser tomadas com informações aproximadas.

9. CONCLUSÃO DO PCP

Desta forma, a atividade de Planejamento e Controle da Produção – PCP, quando realizada de maneira adequada, pode oferecer à empresa uma vantagem competitiva em produção, oferecendo eficácia e eficiência do setor produtivo, que busca atender da melhor maneira os clientes e utilizar da melhor forma seus recursos disponíveis.

Inicialmente são elaborados os planos estratégicos da área de produção, que determinam como a produção irá contribuir para a estratégia da empresa como um todo. Esta contribuição estratégica esperada é traduzida em um PLANO AGREGADO, que de acordo com as políticas de capacidade produtiva estabelecidas, ditará o uso dos recursos produtivos no período de planejamento. Caminhando para o curto prazo, o plano agregado será desmembrado em PLANOS MESTRES individualizados, mas não desconexos, para os diversos produtos a serem fabricados, em períodos normalmente semanais. Para operacionalização destes planos, a PROGRAMAÇÃO da produção, a partir do plano mestre de cada produto, fará o seqüenciamento e emissão de ordens para disparar o processo de fabricação. Durante todo este processo de planejamento e execução, a atividade de CONTROLE da produção acompanhará os passos tomados e determinará a necessidade de correção.

ESQUEMA GERAL DO PCP[19]



MÓDULO 2

PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

1. MRP

O MRP – sigla para ***Material Requirements Planning***, ou Planejamento das Necessidades de Material – é uma técnica para converter a previsão de demanda de um item em uma programação das necessidades das partes componentes do item.

A partir da data e da quantidade em que um produto final é necessário, obtém-se as datas e as quantidades em que suas partes componentes são necessárias. À essa desagregação do produto em suas partes componentes, dá-se o nome de "explosão".

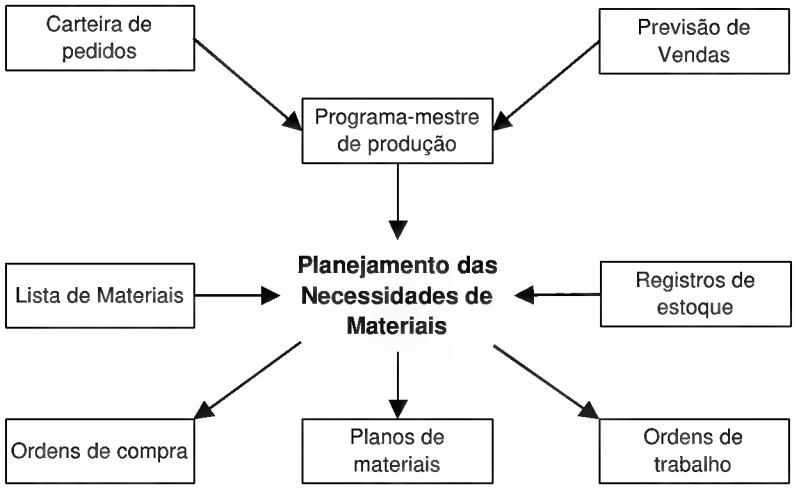
Em primeiro lugar, o MRP pode ser visto como uma técnica para programar a produção de itens de demanda dependente, já que determina quanto deve ser adquirido de cada item e em que data o item deve estar disponível.

O MRP pode ser visto em segundo lugar, como um sistema de controle de estoques de itens de demanda dependente. Nesse sentido, ele é um sistema proativo, dado que evita a manutenção de estoques, a não ser aqueles destinados a eventualidades (estoques de reserva). As quantidades dos itens, que serão necessárias à produção, são adquiridas (compradas, montadas ou fabricadas) apenas numa data tal que estejam disponíveis no momento certo de serem usadas na produção. Nos sistemas de controle de estoque para demanda independente, as ações são tomadas com base em uma data (Sistema de Reposição Periódica) ou numa quantidade remanescente (Sistema de Revisão Contínua); esses sistemas são reativos, exigindo a manutenção permanente de estoques.

Para executar os cálculos de quantidade e tempo, os sistemas de planejamento das necessidades de materiais (MRP I) normalmente requerem que a empresa mantenha certos dados em arquivos de computador, os quais, quando o

programa MRP I é rodado podem ser verificados e atualizados. Para que se possa compreender a complexidade de um sistema MRP, é necessário que se entendam estes registros e arquivos de computador.

A figura abaixo mostra as informações necessárias para processar o MRP I, assim como alguns de seus resultados.



Começando na parte superior da figura, as primeiras entradas para o planejamento das necessidades de materiais são os pedidos de clientes e a previsão de demanda. A primeira refere-se a pedidos firmes programados para algum momento no futuro, enquanto a segunda consiste em estimativas realísticas da quantidade e do momento de pedidos futuros. O MRP executa seus cálculos com base na combinação dessas duas componentes de demanda futura. Todas as demais necessidades calculadas no processo MRP são derivadas e dependentes dessas demandas. Por isso, o MRP é descrito como um sistema de demanda dependente. A demanda dependente é aquela que é derivada de alguma outra decisão tomada dentro da empresa, enquanto sistemas de demanda independente são aqueles adequados para os casos em que a demanda está fora do controle da empresa.

1.1) Gestão de Demanda = A gestão da carteira de pedidos e da previsão de vendas, tomada conjuntamente, é denominada gestão da demanda. A gestão de demanda engloba um conjunto de processos que fazem a interface da empresa com seu mercado consumidor. Dependendo do negócio, esses processos podem incluir o cadastramento de pedidos, a previsão de vendas, a promessa de entrega, o serviço ao cliente e a distribuição física.

1.2) Carteira de Pedidos = A função de vendas, na maioria das empresas normalmente gerencia uma carteira de pedidos dinâmica e mutante, composta por pedidos confirmados de clientes. Essa carteira de pedidos pode ser um registro em papel numa empresa pequena, mas tende a consistir em um arquivo de computador em empresas médias e grandes. Normalmente, essa carteira de pedidos conterá informações sobre cada pedido de um cliente.

Os pedidos de vendas, normalmente representam um comprometimento contratual por parte do cliente. No entanto, muitas vezes o cliente após confirmado o pedido pode requerer uma mudança, seja em relação a quantidade (para mais ou para menos) ou em relação ao prazo (mais cedo ou mais tarde). Essas alterações forçam que o sistema de carteira de pedidos seja flexível. A flexibilidade e o serviço ao cliente tornaram-se fatores competitivos cad vez mais importantes, alterações das necessidades estão se tornando características cada vez mais comuns na maioria das empresas. Considerando que cada cliente poderá alterar seu pedido várias vezes, fica evidente que a gestão da carteira de pedidos é um processo dinâmico e complexo.

As organizações devem decidir quanto de flexibilidade irão permitir aos clientes e em que grau seus clientes deverão arcar com as conseqüências das mudanças que solicitarem.

1.3) Plano Mestre de Produção = O Plano Mestre de Produção (PMP), estabelece quais os produtos serão feitos e em que datas. Além da demanda determinada por previsão, o PMP também incorpora demanda de outras fontes: carteira de pedidos de clientes, necessidades de estoques de segurança, demanda de armazéns de distribuição, etc. O horizonte de tempo coberto por um PMP é variável, indo de poucas semanas até 6 meses ou mesmo um ano. O horizonte de tempo de um PMP deve cobrir todos os tempos de espera envolvidos na produção do item. Exemplificando, imaginemos um produto cuja produção abranja as fases seguintes:

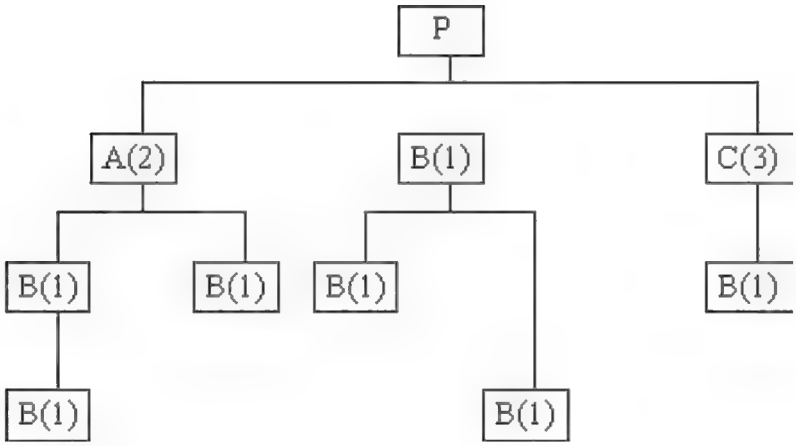
Atividade	Tempo de espera
Compra de Matérias-Primas	2 semanas
Fabricação interna dos componentes	3 semanas
Submontagens	1 semana
Montagem Final	1 semana
Total	**7 semanas**

Neste caso, o PMP deve cobrir pelo menos 7 semanas, para que seja possível trabalhar com o sistema MRP; além disso, se não existirem estoques de matérias-primas, componentes e submontagens, a data mais próxima em que se poderá obter o produto final será daqui a 7 semanas, fazendo-se hoje o pedido de compra das matérias-primas.

O Plano Mestre de Produção, é fundamental para que o MRP possa determinar quanto de cada parte ou componente deve ser adquirido e quando programar a produção.

1.4) Lista de Materiais = A lista de materiais de um produto final é uma lista estruturada de todos os componentes desse produto. Ela mostra a relação hierárquica entre o produto e os componentes (quanto de cada componente é preciso para se ter uma unidade do produto final). Geralmente representada pela árvore de estrutura conforme exemplo a seguir:

ÁRVORE DE ESTRUTURA PARA UM PRODUTO "P"



1.5) Registros de Estoque = O último insumo básico de que se vale o MRP são os relatórios de controle de estoques. Cada item ou componente da lista de materiais deve ter seu estoque rigorosamente controlado, de forma que, estabelecida uma certa quantidade necessária, saiba-se exatamente quanto se precisa desse item. Os registros de estoques contém informações como:

- O código de identificação do componente
- A quantidade atual do estoque
- As quantidades eventualmente já encomendadas
- O tempo de espera
- O tamanho do lote de compra, fabricação ou montagem
- Etc

A cada nova transação, o sistema de controle deve ser hábil para se atualizar, on-line, caso contrário estará lidando com informações incorretas podendo acarretar em excesso ou escassez de materiais.

1.6) Dinâmica de Processamento do MRP = A dinâmica de processamento do MRP parte da quantidade desejada de um produto final numa data especificada, informações essas fornecidas pelo PMP. A partir daí, faz-se a "explosão" do produto nas necessidades dos componentes, com a devida defasagem de tempo.

Ao se "explodir" o produto em seus componentes, usando as informações do PMP e da lista de materiais, o que obtém são as ***Necessidades Brutas*** de cada componente. Após obter as necessidades brutas, o MRP calcula as necessidades líquidas, descontando o estoque já disponível em mãos e os recebimentos programados.

Necessidades Líquidas	=	Necessidades Brutas	-	Estoque disponível	-	Recebimentos programados

A programação fornecida pelo MRP geralmente traz as seguintes informações, item por item:

- uma escala de tempos, geralmente semanal
- a identificação do item
- as necessidades brutas e suas datas
- o estoque disponível
- os recebimentos programados e suas datas
- as necessidades líquidas e suas datas
- as datas e quantidades de cada liberação de ordem

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Necessidades Brutas												
Estoque disponível												
Recebimentos programados												
Necessidades Líquidas												
Liberação de ordem												

1.7) Tamanho do lote no MRP = Por trás do problema formal de se definir uma quantidade para um determinado item, existe na verdade uma tentativa de minimização dos custos associados a essa quantidade, onde podemos ter três tipos de custos:

- Custos totais de preparação
- Custos totais de estoques
- Custos totais de pedidos de mercadorias

Os custos totais de preparação, são os custos atribuídos na preparação do ambiente produtivo para que este comece a produção, ocorrem durante o set-up. Já os custos totais de estoques, são todos os custos originados pela manutenção de estoques. Esses dois custos (de preparação e os custos totais de estoque) são inversamente proporcionais, ou seja, quando um sobe o outro desce. Os custos totais de pedidos de mercadorias são aqueles custos atribuídos pelo ato de se pedir mercadorias (ligação telefônica, transporte, etc), esse custo também é inversamente proporcional ao custo de manutenção de estoque, ou seja, quanto menor o custo de manutenção de estoque, maior será os custos de pedidos de mercadorias.

Objetivando os menores custos, temos três soluções mais comuns para se determinar a quantidade dos componentes no MRP.

I) Pedido lote por lote
II) Pedido em lotes econômicos
III) Fabricação para um número fixo de períodos.

1.8) Pedido lote por lote = É pedir exatamente na quantidade necessária, em teoria o custo de manutenção de estoques é zero, já que não são deixados estoques.

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8
Demanda	120	0	120	0	80	200	0	160
Estoque Inicial	0	0	0	0	0	0	0	0
Fabricação	120	0	120	0	80	200	0	160
Estoque Final	0	0	0	0	0	0	0	0

Neste caso, teremos 5 rodadas de fabricação exatamente nas semanas em que existe demanda. Pode-se considerar que os custos de manutenção são nulos, já que o item é fabricado e usado na mesma semana, não havendo estoques ao final das semanas.

1.9) Pedido em lotes econômicos = Este modelo pressupõe produzir em quantidades que minimizem os custos, isto força a considerar os custos de manutenção de estoques, os custos de preparação a demanda no período e o próprio período. Para calcular o lote econômico, utilizamos a equação abaixo:

$$LEF = \sqrt{\frac{2\,C_{prep}\,D}{C_m}}$$

Onde:

LEF = Lote econômico de fabricação
C_{prep} = Custo de preparação
D = Demanda
C_m = Custo de manutenção em estoques

Como visto na equação, utilizamos D = demanda, que é a taxa de consumo semanal. No exemplo do quadro anterior a demanda foi de:

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8
Demanda	120	0	120	0	80	200	0	160

Neste exemplo a taxa de consumo semanal seria:

$$\text{Taxa de consumo semanal} = \frac{120 + 120 + 80 + 120 + 160}{8} = 85 \text{ unidades}$$

Se após aplicarmos a equação do LEF acima e obtivéssemos o lote econômico de 261 unidades teríamos o seguinte quadro de evolução do estoque:

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8
Demanda	120	0	120	0	80	200	0	160
Estoque Inicial	0	141	141	21	21	202	2	2
Fabricação	261	0	0	0	261	0	0	261
Estoque Final	141	141	21	21	202	2	2	103

Neste caso teríamos 3 rodadas de fabricação gerando três vezes os custos de preparação. Já os custos de manutenção de estoques são obtidos com a média dos estoques finais no período, multiplicado pelo valor do custo de manutenção de estoque.

1.10) Fabricação para um número fixo de períodos = Nesta alternativa, a quantidade pedida é suficiente para atender ao consumo de um certo número de períodos à frente. O número de períodos pode ser fixado arbitrariamente ou, utilizando a noção de lote econômico, através da seguinte relação:

$$\text{Número de períodos} = \frac{\text{Lote econômico (de compra ou fabricação)}}{\text{Taxa média de consumo}}$$

2. JUST IN TIME

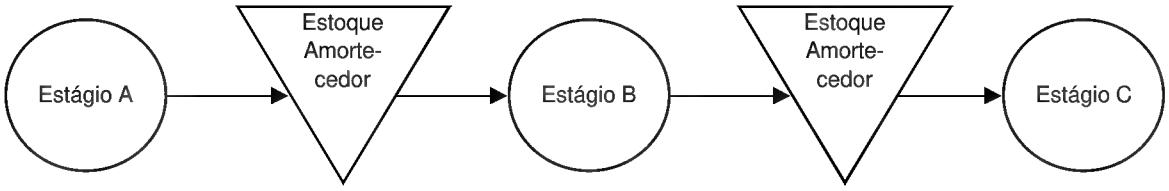
O JIT significa produzir bens e serviços exatamente no momento em que são necessários – não antes para que não se transformem em estoque, e não depois para que seus clientes não tenham que esperar. Além desse elemento temporal do JIT, podemos adicionar as necessidades de qualidade e eficiência. Uma possível definição de JIT pode ser a seguinte:

O JIT visa atender à demanda instantaneamente, com qualidade perfeita e sem desperdícios.

O Just in Time é uma abordagem disciplinada, que visa aprimorar a produtividade global e eliminar os desperdícios. Ele possibilita a produção eficaz em termos de custo, assim como o fornecimento apenas da quantidade necessária de componentes, na qualidade correta, no momento e locais corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos. O JIT é dependente do balanço entre a flexibilidade do fornecedor e a flexibilidade do usuário. Ele é alcançado através da aplicação de elementos que requerem um envolvimento total dos funcionários e trabalho em equipe. Uma filosofia-chave do JIT é a simplificação.

A melhor maneira de compreender como a abordagem JIT difere da abordagem tradicional de manufatura é analisar o contraste entre os dois sistemas de manufatura simplificados na figura 1.

(a) Abordagem tradicional – estoques separam estágios



(b) Abordagem JIT – entregas são feitas contra solicitação.

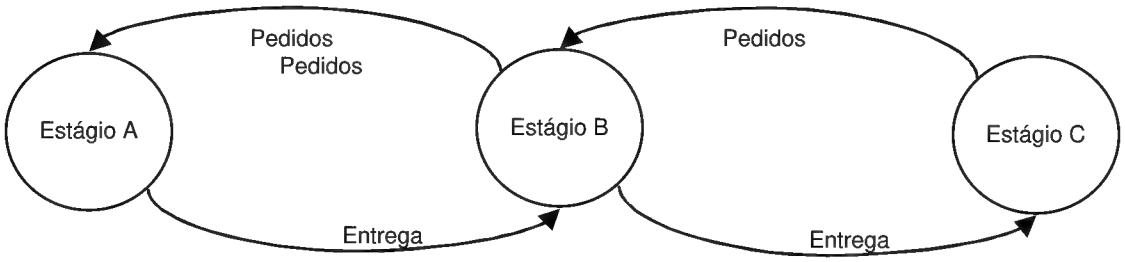


Figura 1: Fluxo (a) tradicional e (b) JIT entre estágios

A abordagem tradicional assume que cada estágio no processo de manufatura envia os componentes que produz para um estoque, o qual "isola" aquele estágio do próximo estágio do processo. Este próximo estágio irá (eventualmente) suprir-se dos componentes desse estoque, processa-los e envia-los para o próximo estoque isolador. Esses estoques não são acidentais; eles estão lá para isolar cada estágio de seus vizinhos. Este estoque faz com que cada estágio seja relativamente independente, de modo que, por exemplo, se o estágio A interrompe sua produção por alguma razão (por uma quebra de máquina ou falta de componentes), o estágio B deve continuar trabalhando, ao menos por algum tempo. O estágio C pode continuar trabalhando por mais tempo ainda, dado que há dois estoques isoladores para serem consumidos, antes que ele tenha que parar de trabalhar. Quanto maior o estoque isolador, maior é o grau de independência entre os estágios, portanto menor é o distúrbio causado quando ocorre o problema. Este isolamento é conseguido a custa de estoque (capital empatado) e com altos tempos de atravessamento (resposta lenta ao mercado); contudo, ele realmente permite que cada estágio opere de maneira ininterrupta e, conseqüentemente, eficiente.

O principal argumento contra esta abordagem tradicional recai sobre a própria condição que ela visa promover, ou seja, a independência entre os estágios produtivos. Quando um problema ocorre num dado estágio, este problema não se torna imediatamente aparente em outros estágios do sistema. A responsabilidade pela resolução do problema estará centralizada no pessoal daquele estágio, fazendo-se com que as conseqüências do problema não sejam transmitidas ao resto do sistema.

No caso do JIT, os componentes são produzidos e passados diretamente para o próximo estágio“ justamente no momento”em que são processados, neste caso, se o estágio A interrompe sua produção, o estágio B perceberá imediatamente e o estágio C logo depois. O problema do estágio A é agora rapidamente exposto a todo o sistema e todo o sistema é afetado pelo problema, passando a responsabilidade pela resolução do problema compartilhada por todos. Isto amplia consideravelmente as chances de que o problema seja resolvido. Em outras palavreas, evitando o acúmulo de estoques entre estágios, a empresa amplia as chances de a eficiência intrínseca da fábrica ser aprimorada.

O Just In Time vê os estoques como um “manto negro” que recai sobre o sistema de produção, evitando que os problemas sejam descobertos. Como no exemplo da figura 2 abaixo:

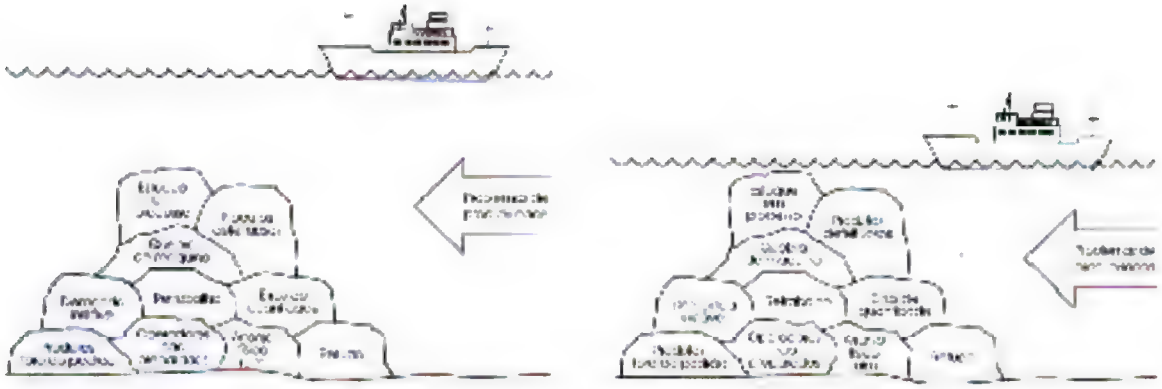


Figura 2: A redução do nível de estoque (água) permite que a gerência (navio) veja os problemas da produção (pedras) e procure reduzi-los.

2.1. O que o JIT requer:

O JIT requer idealmente alto desempenho em todos os objetivos de desempenho da produção.

- A **qualidade** deve ser alta porque distúrbios na produção devidos a erros de qualidade irão reduzir o fluxo de materiais, reduzir a confiabilidade interna de fornecimentos, além de gerar o aparecimento de estoques, caso os erros reduzam a taxa de produção em algum ponto da operação.

- A **velocidade**, em termos de rápido fluxo de materiais, é essencial caso se pretenda atender à demanda dos clientes diretamente com a produção, ao invés de através dos estoques.

- A **confiabilidade** é um pré-requisito para um fluxo rápido ou, olhando por outro lado, é muito difícil atingir fluxo rápido se o fornecimento de componentes ou os equipamentos não são confiáveis.

- A **flexibilidade** é especialmente importante para que se consiga produzir em lotes pequenos, atingindo-se fluxo rápido e lead times curtos.

No Just In Time, o principal aspecto sacrificado é a utilização da capacidade. Quando ocorrem interrupções de produção no sistema tradicional, os estoques permitem que cada estágio continue trabalhando, atingindo portanto alta utilização de capacidade. Esta alta utilização não necessariamente faz com que o sistema como um todo produza mais componentes. Normalmente a produção extra vai para os grandes estoques isoladores. No JIT qualquer interrupção irá afetar o resto do sistema, causando interrupções ao longo de toda a produção. Isto levará à baixa utilização da capacidade, ao menos no curto prazo. No entanto, os defensores do JIT argumentam que não há vantagem em produzir componentes só para mantê-los em estoque.

JIT – UMA FILOSOFIA E UM CONJUNTO DE TÉCNICAS e UM MÉTODO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE

O JIT como uma filosofia de produção
- Eliminar desperdícios
- Envolvimento de todos
- Aprimoramento contínuo

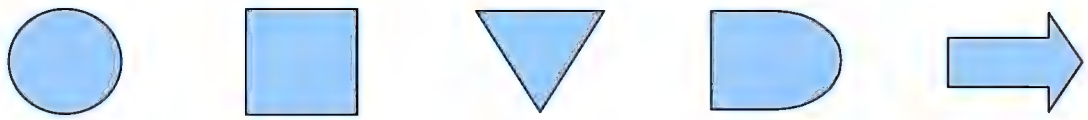
O JIT como um conjunto de técnicas
Para a gestão da produção
- Práticas básicas de trabalho
- Projeto para manufatura
- Foco na produção
- Máquinas pequenas e simples
- Arranjo físico e fluxo
- TPM
- Redução de set-up
- Envolvimento total das pessoas
- Visibilidade
- Fornecimento JIT

O JIT como um método
De planejamento e controle
- Programação puxada
- Controle Kanban
- Programação nivelada
- Modelos mesclados
- Sincronização

2.2) Filosofia de operações do JIT

a) Eliminar Desperdícios

O desperdício pode ser definido como qualquer atividade que não agrega valor. Na elaboração do fluxograma fica claro as operações que agregam valor das que não agregam (inspeção, armazenagem, demora, transporte). Conforme os símbolos abaixo, o único que agrega valor é o da operação.



Operação Inspeção Armazenagem Demora Transporte

A Toyota identificou sete tipos de desperdícios, os quais acredita-se serem aplicáveis em vários tipos de operações diferentes – tanto de serviço como de manufatura.

Superprodução

Produzir mais do que é imediatamente necessário para o próximo processo na produção é a maior das fontes de desperdício, de acordo com a Toyota. Esta fonte de desperdício é coerente com a nossa definição inicial de JIT, na qual utilizamos a expressão "produzir no momento necessário", isto é no momento em que o cliente requer o produto.

Tempo de espera

A maioria das empresas está consciente de que o tempo de espera constitui uma fonte de desperdício. Eficiência de máquina e eficiência de mão-de-obra são duas medidas comuns e são largamente utilizadas para avaliar os tempos de espera de máquinas e mão-de-obra, respectivamente. Menos óbvio é o montante de tempo de espera que ocorre quando os operadores estão ocupados produzindo estoque em processo, que não é necessário naquele momento.

Transporte

Embora o transporte claramente não agregue valor ao produto, as empresas normalmente aceitam esta atividade em seu processo como um "dado". A movimentação de materiais dentro da fábrica, assim como a dupla ou tripla movimentação do estoque em processo entre vários pontos de estocagem, pode tornar-se parte da prática padrão. Mudanças no arranjo físico que aproximam os estágios do processo, aprimoramento nos métodos de transporte e na organização no local de trabalho são fatores importantes na redução dos desperdícios.

Processo

No próprio processo, pode haver fontes de desperdício. Algumas operações existem apenas em função do projeto ruim de componentes ou manutenção ruim, podendo portanto ser eliminadas.

Estoque

Dentro da filosofia JIT, todo estoque se torna um alvo para a eliminação. Segundo o JIT, pode-se distinguir uma companhia excelente de uma medíocre através do montante do estoque que ela carrega. Entretanto, somente podem-se reduzir os estoques através da eliminação de suas causas.

Movimentação

Um operador pode parecer ocupado porque ele está procurando uma caixa de componentes desaparecida ou indo até o escritório do supervisor para receber outra ordem de produção. O valor agregado dessas atividades é nulo. A simplificação do trabalho através do aprimoramento de moldes e dispositivos é uma rica fonte de redução de desperdício de movimentação.

Produtos defeituosos

O desperdício de qualidade é normalmente bastante significativo nas empresas, mesmo que as medidas reais de qualidade sejam limitadas. Os indicadores de refugo mostram os custos de material e talvez parte do custo da mão-de-obra envolvidos na produção com qualidade ruim. Distúrbios no sistema de controle de produção, ações no apressamento de ordens, assim como a falha em fornecer como o prometido, são entretanto menos visíveis. Os custos totais da qualidade são muito maiores do que os que tradicionalmente têm sido considerados, sendo portanto mais importante atacar as causas de tais custos.

b) Envolvimento de todos

A filosofia JIT é normalmente vista como um sistema "total". Ela visa fornecer diretrizes que incluem todos os funcionários e todos os processos na organização. Uma cultura organizacional adequada tem sido vista como importante fator

para apoiar esses objetivos, através da ênfase no envolvimento de todos os funcionários da organização. O JIT e a Qualidade Total têm muitos aspectos em comum e são normalmente encarados como um conjunto como "JIT-TQM"(Total Quality Management).

Este enfoque incentiva (e normalmente requer) a resolução de problemas por equipes, o enriquecimento de cargos (através da inclusão da manutenção e tarefas de set-up na atividade dos operadores), a rotação de cargos e multi-habilidades. A intenção é encorajar alto grau de responsabilidade pessoal e engajamento.

c) Aprimoramento Contínuo (Kaizen)

Os objetivos do JIT são normalmente expressos como ideais (... atender à demanda no momento exato com qualidade perfeita e sem desperdício). Ainda que o desempenho de qualquer organização possa estar bem longe desses ideais, uma crença fundamental do JIT é a de que é possível aproximar-se deles ao longo do tempo. Sem tais crenças para dirigir o progresso, os defensores do JIT afirmam que o aprimoramento será muito mais transitório do que contínuo. É por isso que o conceito de aprimoramento contínuo é uma parte tão importante da filosofia JIT. Se os objetivos do JIT são estabelecidos em termos de ideais, os quais organizações individuais podem nunca alcançar, a ênfase então deve estar na forma com a qual uma organização se aproxima deste estado ideal.

2.3. TÉCNICAS JIT

a) Práticas básicas de trabalho

1. Disciplina. Os padrões de trabalho que são críticos para a segurança dos membros da empresa e do ambiente, assim como para a qualidade do produto, devem ser seguidos por todos e por todo o tempo.

2. Flexibilidade. Deve ser possível expandir as responsabilidades ao limite da qualificação das pessoas. Isto se aplica tanto aos gerentes quanto ao pessoal do chão de fábrica. As barreiras à flexibilidade, como as estruturas organizacionais e práticas restritivas, devem ser removidas.
3. Igualdade. Políticas de recursos humanos injustas e separatistas devem ser descartadas. Muitas organizações tradicionais oferecem condições diferentes para diferentes níveis de pessoal: estacionamentos, refeitórios, etc.
4. Autonomia. Outro princípio é delegar cada vez mais responsabilidades às pessoas envolvidas nas atividades diretas do negócio, de tal forma que a tarefa da gerência seja a de dar suporte ao chão de fábrica, como por exemplo:

   i. Autoridade para parar a linha: se ocorre um problema na qualidade, um operador da linha de montagem tem autoridade para parar a linha
   ii. Programação de materiais: componentes são fabricados de acordo com regras bem estabelecidas (por exemplo, não produzir mais, a menos que o cliente necessite de mais). Muitos aspectos rotineiros da programação de materiais podem portanto, ser transferidos de um sistema central de controle de produção para o chão de fábrica.
   iii. Coleta de dados: dados relevantes ao monitoramento do desempenho do chão de fábrica são coletados e utilizados pelo pessoal do chão de fábrica.
   iv. Resolução de problemas: o pessoal de chão de fábrica tem a prioridade na resolução dos problemas que afetam seu próprio trabalho. Somente se necessitam auxílio de especialistas é que esta ajuda deve ser procurada e fornecida.

5. Desenvolvimento de pessoal. Ao longo do tempo, o objetivo é criar mais membros da empresa que possam suportar os rigores de ser competitivo. Isto é conseguido pelo desenvolvimento pessoal de longo prazo dos funcionários.

6. Qualidade de vida no trabalho. Muitos conceitos do JIT caem nesta categoria. Por exemplo:

   i. Envolvimento no processo de decisão;
   ii. Segurança de emprego:
   iii. Diversão;
   iv. Instalações da área de trabalho.

7. Criatividade. Este é um dos elementos indispensáveis da motivação. Muitos de nós não só apreciam fazer seu trabalho com sucesso, mas também aprimora-lo para a próxima vez em que for feito.

b) Projeto para a manufatura

Aprimoramento do projeto podem reduzir dramaticamente o custo do produto através de mudanças no número de componentes e submontagens, além do melhor uso de materiais e métodos.

c) Foco na operação

Aprender a focalizar cada fábrica num conjunto limitado e gerenciável de produtos, tecnologias, volumes e mercados;

Aprender a estruturar políticas básicas de manufatura e serviços de suporte, de tal forma que eles se focalizem numa única missão de manufatura, ao invés de muitas missões implícitas e conflitantes.

O conceito por trás do foco nas operações é que a simplicidade, a repetição e a experiência trazem competência.

d) Máquinas simples e pequenas

O princípio por trás dessa técnica é o de que várias máquinas pequenas sejam usadas, ao invés de uma máquina grande. Da mesma forma, equipamento barato e feito em casa pode ser utilizado para modificar máquinas universais, de tal forma que elas possam operar de forma mais confiável, sejam mais fáceis de manter e produzam melhor qualidade ao longo do tempo. Isto requer a disponibilidade do setor de engenharia da empresa. Máquinas pequenas são também movidas facilmente, de forma que a flexibilidade do arranjo físico é ampliada e os riscos de erros nas decisões de investimentos são reduzidos, pois máquinas pequenas geralmente requerem baixo investimento.

e) Arranjo físico e fluxo

Promover um fluxo suave de materiais, de dados e de pessoas na operação. Longas rotas de processos ao longo da fábrica fornecem oportunidades para a geração de estoques, não agregam valor aos produtos e reduzem a velocidade de atravessamento de produtos; todos aspectos contrários aos princípios do JIT. O JIT recomenda os seguintes princípios de arranjo físico:

- situar os postos de trabalho próximos uns dos outros, de forma que não seja necessária a geração de estoques;
- situar os postos de trabalho de modo que todo o conjunto de postos que fazem determinado componente estejam visíveis uns aos outros, tornando o fluxo transparente para todas as partes da linha;
- usar linhas em forma de U, de forma que os funcionários possam se movimentar entre postos de trabalho para balancear a capacidade;
- adotar arranjo físico celular.

f) Manutenção produtiva total (TPM)

A TPM visa eliminar a variabilidade em processos de produção, a qual é causada pelo efeito de quebras não planejadas. Isto é alcançado através do envolvimento de todos os funcionários na busca de aprimoramentos na manutenção. Os donos de processos são incentivados a assumir a responsabilidade por suas máquinas e a executar atividades rotineiras de manutenção e reparo simples. Fazendo isso, os especialistas em manutenção podem, então ser liberados para desenvolver qualificações de ordem superior, para melhores sistemas de manutenção.

g) Redução de Set-up

O tempo de set-up é definido como o tempo decorrido na troca do processo da produção de um lote até a produção da primeira peça boa do próximo lote. Os tempos de set-up podem ser reduzidos através de uma variedade de métodos, como, por exemplo, eliminar o tempo necessário para a busca de ferramentas e equipamentos, a pré-preparação de tarefas que retardam as trocas e a constante prática de rotinas de set-up. Outra abordagem comum para a redução dos tempos de set-up é converter o trabalho que era anteriormente executado enquanto a máquina estava parada (determinado set-up interno), para ser executado enquanto a máquina está operando (denominado set-up externo). Há três métodos principais para conseguir transformar set-up interno em set-up externo.

1. Ferramentas pré-montadas de tal forma que uma unidade completa seja fixada à máquina, em vez de ter que montar vários componentes, enquanto a máquina está parada. Preferivelmente, todos os ajustes deveriam ser executados externamente, de tal forma que o set-up interno seja apenas uma operação de montagem.
2. Monte as diferentes ferramentas ou matrizes num dispositivo-padrão. Novamente, isto permite que o set-up interno consista em uma operação de montagem simples e padronizada.

3. Faça com que a carga e descarga de novas ferramentas e matrizes seja fácil. A utilização de dispositivos inteligentes de movimentação de materiais, como esteiras de roletes e mesas com superfície de esferas, pode ajudar bastante.

h) Envolvimento total das pessoas

Os funcionários são treinados, capacitados e motivados a assumir total responsabilidade sob todos os aspectos de seu trabalho. Por outro lado, confia-se que irão assumir tais responsabilidades com autonomia em sua própria área de trabalho. Espera-se que os funcionários participem de atividades como as seguintes:

- a seleção de novos funcionários;
- a negociação direta com fornecedores sobre programações, aspectos de qualidade e informações de entrega;
- a auto-avaliação de desempenho e tendências de melhoria;
- a utilização do orçamento de melhorias.
- O planejamento e a revisão do trabalho realizado a cada dia, através de reunião de comunicação;
- A negociação direta com o cliente, a respeito de problemas e necessidades.

i) Visibilidade

Problemas, projetos de melhoria de qualidade e listas de verificação de operações são visíveis e exibidas de forma que possam ser facilmente vistas e compreendidas por todos os funcionários. As medidas de visibilidade incluem:

- exibição de medidas de desempenho no local de trabalho;
- luzes coloridas indicando paradas;
- exibição de gráficos de controle de qualidade;
- listas de verificação e técnicas de melhoria visíveis;

- uma área separada exibindo exemplos de produtos e produtos de concorrentes, juntamente com exemplos de produtos bons e defeituosos;
- sistema de controle visual como kanbans;
- arranjo físico de locais de trabalho sem divisórias.

j) Fornecimento JIT

Os elementos mais importantes do fornecimento de materiais no sistema JIT são pré-requisitos necessários para uma implementação de sucesso. Estes elementos são:

- lotes de fornecimento reduzidos
- recebimentos freqüentes e confiáveis;
- lead times de fornecimento reduzidos;
- altos níveis de qualidade.

A estes elementos deve-se acrescentar um relacionamento cooperativo com os fornecedores. Em vez de um relacionamento entre adversários, além da ênfase na redução do número de fornecedores, objetiva-se uma única ou poucas fontes de fornecedores para cada material comprado.

A filosofia JIT prega a gestão de toda a rede de suprimentos, do fornecedor de matéria-prima ao consumidor final, enfatizando a cooperação e a crescente integração entre os atores da rede.

2.4. O JIT COMO UM MÉTODO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE

O JIT como um método
De planejamento e controle

- Programação puxada
- Controle Kanban
- Programação nivelada
- Modelos mesclados
- Sincronização

Uma das fontes de desperdício é causada pela programação dos estoques. Uma programação de estoques ruim (componentes que chegam muito cedo ou muito tarde) causa imprevisibilidade numa operação. A programação dos estoques é governada por uma das duas escolas de pensamento, - planejamento e controle **"puxado"** e planejamento e controle **"empurrado"**. O planejamento e controle JIT é baseado no princípio de um "sistema puxado", enquanto a abordagem MRP para o planejamento e controle, é um "sistema empurrado".

2.5. CONTROLE KANBAN

O termo Kanban vem da palavra japonesa para cartão ou sinal. É um método de operacionalizar o sistema de planejamento e controle puxado, que controla a transferência de material de um estágio a outro da operação. Em sua forma mais simples, é um cartão utilizado por um estágio cliente, para avisar seu estágio fornecedor que mais material deve ser enviado. Os cartões Kanban podem ter 3 tipos:

- **Kanban de transporte**. É usado para avisar o estágio anterior que o *material pode ser retirado do estoque e transferido para uma destinação específica. Este tipo de Kanban normalmente terá* detalhes como número e descrição do componente específico, o lugar de onde ele deve ser retirado e a destinação para a qual ele deve ser enviado.

- **Kanban de produção**. É um sinal para o processo produtivo de que ele pode começar a produzir um item para que seja colocado em estoque. A informação normal-

mente contida neste tipo de Kanban inclui número e descrição do componente, descrição do próprio processo, materiais necessários para a produção do componente, além da destinação para a qual o componente ou componentes devem ser enviados depois de produzidos.

- **Kanban do fornecedor**. São usados para avisar ao fornecedor que é necessário enviar material ou componentes para um estágio da produção. Neste sentido, ele é similar ao kanban de transporte, porém é normalmente utilizado com fornecedores externos.

Qualquer que seja o tipo de kanban o princípio é sempre o mesmo; isto é, o recebimento de um kanban dispara o transporte, a produção ou o fornecimento de uma unidade ou de um contenedor-padrão de unidades. Se dois kanbans são recebidos, isso dispara o transporte, a produção ou o fornecimento de duas unidades ou dois contenedores-padrão de unidades, e assim por diante. Portanto, os kanbans são apenas meios através dos quais o transporte, a produção ou o fornecimento podem ser autorizados.

2.6. PROGRAMAÇÃO NIVELADA

Heijunka é a palavra japonesa para o nivelamento do planejamento da produção, de modo que o mix e o volume sejam constantes ao longo do tempo. A programação nivelada procura suavizar o fluxo de produtos da produção, através da redução do período em que uma determinada seqüência de produção é repetida.

Por exemplo:

quantidade necessária de produtos A = 3000 unidades
quantidade necessária de produtos B = 1000 unidades
quantidade necessária de produtos C = 1000 unidades
LEP para o produto A = 600 unidades
LEP para o produto B = 200 unidades
LEP para o produto C = 200 unidades

Programação em lotes grandes

Necessário fabricar:

3000 de A LEP de A = 600
1000 de B LEP de B = 200
1000 de C LEP de C = 200

250 A	250 A	100 A + 150 B	50 B + 200 C	250 A	250 A	100 A + 150 B	50 B + 200 C	250 A	250 A	100 A + 150 B	50 B + 200 C	250 A	250 A	100 A + 150 B	50 B + 200 C	250 A	250 A	100 A + 150 B	50 B + 200 C

		600 A	200 B + 200 C			600 A	200 B + 200 C			600 A	200 B + 200 C			600 A	200 B + 200 C			600 A	200 B + 200 C

Programação nivelada com redução dos LEPs

150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C

150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C	150 A 50 B 50 C

A programação nivelada equaliza o mix de produtos fabricados a cada dia.

2.7. MODELOS MESCLADOS

O princípio da programação nivelada pode ser ampliado para que se tenha um mix repetitivo de componentes. Suponha que as máquinas da unidade de produção sejam tão flexíveis que atinjam o ideal JIT de lote econômico = 1. A seqüência dos produtos sendo produzidos pela produção seriam como:

A B A A C A B A A C A B A A C A B A A C A B A A C →

Isto iria produzir um fluxo estável e contínuo de cada produto, através da unidade produtiva. A seqüência de produção nem sempre é tão conveniente como aquela mostrada acima. Os tempos de produção para cada produto normalmente não são idênticos e as taxas de produção necessárias não são tão convenientes.

Exemplo:

Suponha que a quantidade de produtos necessária no período de 20 dias seja:

- Produto A = 1920
- Produto B = 1200
- Produto C = 960

Assumindo um dia de 8 horas, o tempo de ciclo para cada produto, isto é, o intervalo de tempo entre a produção de cada unidade do mesmo produto é o seguinte:

Para o produto A, tempo de ciclo =

$$\frac{(20 \times 8 \times 60)}{1920} = 5 \text{ minutos}$$

Para o produto B, tempo de ciclo =

$$\frac{(20 \times 8 \times 60)}{1200} = 8 \text{ minutos}$$

Para o produto C, tempo de ciclo =

$$\frac{(20 \times 8 \times 60)}{960} = 10 \text{ minutos}$$

Logo , a unidade produtiva precisa produzir:

Uma unidade de A a cada 5 minutos
Uma unidade de B a cada 8 minutos
Uma unidade de C a cada 10 minutos

Em outras palavras, determinando-se um mínimo múltiplo comum entre 5, 8 e 10, temos:

8 unidades de A a cada 40 minutos
5 unidades de B a cada 40 minutos
4 unidades de C a cada 40 minutos

Isto significa que uma seqüência que misture oito unidades de A, cinco de B e quatro de C e seja repetida a cada 40 minutos irá gerar a produção necessária. Haverá muitas formas diferentes de seqüenciar os produtos de modo a atingir este mix, por exemplo:

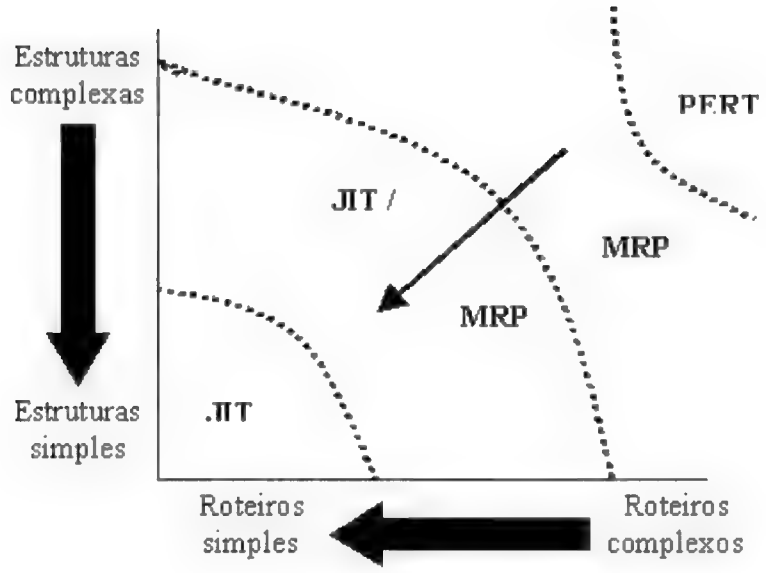
... B A C A B A C A B A C A B A C A B....repetida

Esta seqüência, repetida a cada 40 minutos, produz um mix correto de produtos para satisfazer as necessidades mensais.

2.8. JIT E MRP

As filosofias do MRP e do JIT parecem ser opostas. O JIT incentiva um sistema de planejamento e controle "puxado", enquanto o MRP é um sistema "empurrado". O JIT tem objetivos que vão além da atividade de planejamento e controle da produção, enquanto o MRP é essencialmente um "mecanismo de cálculo" para o planejamento e controle. Contudo as duas abordagens podem coexistir no mesmo sistema produtivo, desde que suas respectivas vantagens sejam preservadas.

A complexidade como um determinante da adequação do sistema de planejamento e controle.



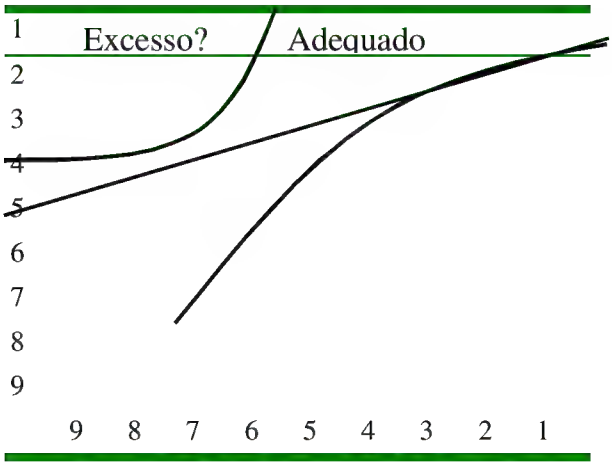
3. MELHORAMENTO DA PRODUÇÃO

3.1. MATRIZ IMPORTÂNCIA – DESEMPENHO

A matriz importância – desempenho, posiciona cada fator competitivo de acordo com seus escores ou classificações nesses critérios.

Escala de nove pontos de desempenho:

Melhor que os concorrentes	Forte 1 Consideravelmente melhor do que os concorrentes Médio 2 Claramente melhor do que os concorrentes Fraco 3 Marginalmente melhor do que os concorrentes
Igual ao dos concorrentes	Forte 4 Algumas vezes marginalmente melhor do que os concorrentes Médio 5 Mais ou menos igual à maioria de seus concorrentes Fraco 6 Levemente abaixo da média da maioria
Pior do que os concorrentes	Forte 7 Usualmente marginalmente pior do que a maioria dos concorrentes Médio 8 Usualmente pior do que os concorrentes



ZONA ADEQUADA

Esta zona é separada em sua margem inferior pela "fronteira inferior de aceitabilidade", que é o nível de desempenho abaixo do qual a companhia, a médio prazo, não quer que a operação caia. Mover o desempenho para cima ou pra baixo desta fronteira provavelmente é o primeiro objetivo de qualquer programa de melhoramento. Os fatores competitivos que caem nesta área deveriam ser considerados satisfatórios, pelo menos no curto para médio prazo. A longo prazo, todavia, a maioria das organizações desejará levar o desempenho no sentido da fronteira superior da zona.

ZONA DE MELHORAMENTO

Qualquer fator competitivo que caia abaixo da fronteira inferior da zona "adequada"vai ser candidato a melhoramento. Aqueles que caem ou logo abaixo da fronteira inferior ou no canto inferior esquerdo da matriz (onde o desempenho é pobre mas não importa muito) são prováveis de ser vistos como casos não urgentes. Certamente eles precisam de melhoramento, mas provavelmente, não como prioridade primeira.

ZONA DE AÇÃO URGENTE

Mais crítico será qualquer fator competitivo que caia na zona de "ação urgente". Esses são aspectos de desempenho da operação onde o atingimento é tão abaixo do que deveria ser, dada sua importância para o consumidor, que os negócios provavelmente estão sendo perdidos como resultado disso. Os objetivos de curto prazo devem ser, portanto, levantar o desempenho de qualquer fator competitivo que caia nessa zona, pelo menos, até a zona de "melhoramento". A médio prazo eles precisam ser melhorados além da fronteira inferior da zona "adequada".

ZONA "EXCESSIVA"

O ponto de interrogação é importante. Se qualquer fator competitivo cai nesta área, seu desempenho atingido é muito maior do que pareceria necessário ser garantido. Isso não significa, necessariamente, que recursos demais estão sendo usados para atingir tal nível, mas pode ser que sim. Portanto, é sensato checar se algum recurso que está sendo usado para atingir esse desempenho poderia ser desviado para um fator mais necessário – qualquer um que caia na área de "ação urgente", por exemplo.

3.2. ABORDAGENS DE MELHORAMENTOS

Melhoramento Revolucionário

O Melhoramento revolucionário presume que o principal veículo para melhoramento é uma mudança grande e dramática na forma como a operação trabalha. O impacto desses melhoramentos é relativamente repentino, abrupto e representa um degrau de mudança na prática. Esses melhoramentos são raramente baratos, usualmente demandam grandes investimentos de capital, com freqüência interrompendo ou perturbando os trabalhos em curso na operação, e freqüentemente envolvendo mudanças nos produtos/serviços ou na tecnologia do processo.

Melhoramento contínuo

O Melhoramento Contínuo adota uma abordagem de melhoramento de desempenho que presume mais e menores passos de melhoramento incremental. Também conhecido como Kaizen, não importa se melhoramentos sucessivos são pequenos, o que de fato importa é que todo mês (ou semana) algum melhoramento tenha de fato acontecido.

Diferenças entre melhoramento revolucionário e melhoramento contínuo:

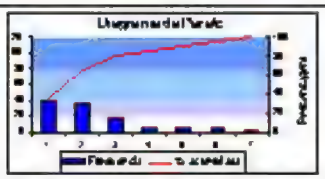
	Melhoramento revolucionário	Melhoramento contínuo
Efeito	Curto prazo mas dramático	Longo prazo de longa duração, mas não dramático.
Passo	Passos grandes	Passos pequenos
Armação de tempo	Intermitente e não incremental	Contínuo e incremental
Mudança	Abrupta e volátil	Gradual e constante
Envolvimento	Seleciona alguns "campeões"	Todos
Abordagem	Individualista, idéias e esforços individuais	Coletivismo, esforço de grupo e abordagem de sistemas.
Estímulos	Inovação tecnológica, novas invenções, novas teorias.	Know-how tradicional e estado da arte.
Riscos	Concentrados, "todos os ovos numa única cesta".	Dispersos, muitos projetos simultaneamente.
Requisitos práticos	Requer grande investimentos, mas pequeno esforço para mantê-lo.	Requer pequeno investimento, mas grande esforço para mantê-lo.
Orientação de esforços	Tecnologia	Pessoas
Critérios de avaliação	Resultado por lucro	Processo e esforços por melhores resultados.

3.3. MASP – MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÕES DE PROBLEMAS

PDCA

- P = Planejamento
  - Toda a ação deve ser planejada de maneira participativa de tal modo que o plano seja um comprometimento de todos.
- D = Execução
  - Execução das tarefas como previsto no plano.
- C = Verificação
  - A partir dos dados coletados com os clientes, comparam-se esses dados com o plano.
- A = Ações Corretivas
  - Corresponde às ações corretivas, que são conduzidas quando algum problema é localizado durante a fase de verificação.

MASP – MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS			
PDCA	FLUXO	FASE	OBJETIVO
P	1	Identificação do problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância
	2	Observação	Investigar as características do problema com uma visão ampla e sob vários pontos de vista
	3	Análise	Descobrir as causas fundamentais
	4	Plano de Ação	Conceber um plano para bloquear as causas fundamentais.
D	5	Execução	Bloquear as causas fundamentais
C	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo
	? Não	(Bloqueio foi efetivo?)	
A	7	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema
	8	Conclusão	Recapitular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.

PROCESSO 1 – IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA			
FLUXO	TAREFAS	FERRAMENTAS EMPREGADAS	OBSERVAÇÕES
1	Escolha do Problema	Diretrizes Gerais da Área de Trabalho (Qualidade, Custo, Moral, Segurança).	Um problema é o resultado indesejável de um trabalho (esteja certo de que o problema escolhido é o mais importante baseado em fatos e dados). Por exemplo: Perda de produção por parada de equipamento, pagamentos em atraso, porcentagem de peças defeituosas, etc.
2	Histórico do Problema	Gráficos, Fotografias Utilize sempre dados históricos	Qual a freqüência do problema? Como ocorre?
3	Mostrar perdas atuais e ganhos viáveis	Demonstre preferencialmente através de gráficos, destacando o estado atual e o que pode ser melhorado.	O que se está perdendo? (Custo da Qualidade). O que é possível ganhar?
4	Fazer a análise de Pareto		A análise de Pareto permite priorizar temas e estabelecer metas numéricas viáveis. Subtemas podem também ser estabelecidos se necessário. Nota: Não se procuram causas aqui, só resultados indesejáveis. As causas serão procuradas no processo 3.
5	Nomear responsáveis	Nomear	Nomear a pessoa responsável ou nomear o grupo responsável e o líder. Propor uma data limite para ter o problema solucionado.

PROCESSO 2 - OBSERVAÇÃO			
FLUXO	TAREFAS	FERRAMENTAS	OBSERVAÇÕES
1	Descoberta das características do problema através de coleta de dados. (recomendação importante: Quanto mais tempo você gastar aqui mais fácil será para resolver o problema. Não salte esta parte!)	Análise de Pareto Estratificação ↓ Lista de verificação (coleta de dados – 5W2H) ↓ Gráfico de Pareto ↓ Priorize (escolha os temas mais importantes e retorne)	Observe o problema sob vários pontos de vista (estratificação): **a) Tempo** – os resultados são diferentes de manhã, à tarde, à noite, às segundas feiras, feriados, etc.? **b) Local** – os resultados são diferentes em partes diferentes de uma peça (defeitos no topo, na base, periferia)? Em locais diferentes (acidentes em esquinas, no meio da rua, calçadas), etc.? **c) Tipo** – Os resultados são diferentes dependendo do produto, matéria-prima, do material usado? **d) Sintoma** – os resultados são diferentes se os defeitos são cavidades ou porosidade, se o absenteísmo é por falta ou licença médica, etc? **e) Indivíduo** – Que Turma? Que operador? Deverá também ser necessário investigar aspectos específicos, por exemplo: Umidade relativa do ar ou temperatura ambiente; condições dos instrumentos de medição, confiabilidade dos padrões, treinamento, quais as condições climáticas, etc. "5W2H"- Faça as perguntas: o que, quem, quando, onde, por que e como para coletar dados. Construa vários tipos de gráficos de Pareto conforme os grupos definidos na estratificação.

continua

PROCESSO 2 – OBSERVAÇÃO continuação			
FLUXO	TAREFAS	FERRAMENTAS EMPREGADAS	OBSERVAÇÕES
2	Descoberta das características do problema através de observação no local	Análise no local da ocorrência do problema pelas pessoas envolvidas na investigação	Deve ser feita não no escritório mas no próprio local da ocorrência, para coleta de informações suplementares que não podem ser obtidas na forma de dados numéricos, utilize o videocassete e fotografias.
3	Cronograma, orçamento e Meta	Elabore um plano de ação, com cronograma 5W2H para plano de ação.	Estimar um cronograma para referência, este cronograma pode ser atualizado em cada processo. Estimar um orçamento. Definir uma meta a ser atingida.

PROCESSO 3 - ANÁLISE

FLUXO	TAREFAS	FERRAMENTAS EMPREGADAS	OBSERVAÇÕES
1	Definição das causas influentes	Tempestade cerebral e diagrama de causa e efeito Pergunta Por que ocorre o problema	Formação do grupo de trabalho: Envolva todas as pessoas que possam contribuir na identificação das causas. As reuniões devem ser participativas. Diagrama de causa e efeito: anote o maior número possível de causas. Estabeleça a relação de causa e efeito entre as causas levantadas. Construa o diagrama de causa e efeito colocando as causas com base mais gerais nas espinhas maiores e causas secundárias, terciárias, etc., nas ramificações menores.
2	Escolha das causas mais prováveis (hipóteses)	Identificação no diagrama de causa e efeito	Causas mais prováveis: As causas assinaladas na tarefa anterior têm que ser reduzidas por eliminação das causas menos prováveis com base nos dados levantados no processo de observação. Aproveite também as sugestões baseadas na experiência do grupo e dos superiores hierárquicos. Baseado ainda nas informações colhidas na observação. Priorize as causas mais prováveis. Cuidado com efeitos "cruzados": Problemas que resultam de 2 ou mais fatores simultâneos. Maior atenção nesses casos.

PROCESSO 3 – ANÁLISE continuação

FLUXO	TAREFAS	FERRAMENTAS EMPREGADAS	OBSERVAÇÕES
3 (1, 2)	Análise das causas mais prováveis (verificação das Hipóteses)	Coletar novos dados sobre as causas mais prováveis usando a lista de verificação. Analisar dados coletados usando Pareto, diagramas de relação, histogramas, gráficos. Testar as causas.	Visite o local, onde atuam as hipóteses, colete informações. Estratifique as hipóteses. Colete dados utilizando a lista de verificação para maior facilidade. Use o Pareto para priorizar, o diagrama de relação para testar a correlação entre as hipóteses e efeito. Use o histograma para avaliar a dispersão e gráficos para verificar a evolução. Teste as hipóteses através de experiências.
?	Houve confirmação de alguma causa mais provável?		Com base nos resultados das experiências será confirmada ou não a existência de relação entre o problema (efeito) e as causas mais prováveis (hipóteses).
?	Teste de consistência da causa fundamental	Existe evidência técnica de que é possível bloquear? O bloqueio geraria defeitos indesejáveis?	Se o bloqueio é tecnicamente impossível ou se pode provocar efeitos indesejáveis (sucateamento, alto custo, retrabalho, complexidade, etc.) pode ser que a causa determinada ainda não seja a causa fundamental mas um efeito dela. Transforme a causa no novo problema e pergunte outro porque voltando ao início do fluxo deste processo.

PROCESSO 4 – PLANO DE AÇÃO			
FLUXO	TAREFAS	FERRAMENTAS EMPREGADAS	OBSERVAÇÕES
1	Elaboração de estratégia de ação	Discussão com o grupo envolvido	Certifique-se de que as ações serão tomadas sobre as causas fundamentais e não sobre seus efeitos. Certifique-se de que as ações propostas não produzam efeitos colaterais. Se ocorrerem, adote ações contra eles. Proponha diferentes soluções, análise e eficácia e custo de cada uma, escolha a melhor.
2	Elaboração do plano de ação para o bloqueio e revisão do cronograma e orçamento final	Discussão com o grupo envolvido. "5W2H". Cronograma. Custos.	Defina o quê será feito ("What") Defina quando será feito ("When"). Defina quem fará ("Who"). Defina onde será feito ("Where"). Esclareça por quê será feito ("Why"). Detalhe ou delegue o detalhamento de como será feito ("How"). Determine a meta a ser atingida e quantifique ($, toneladas, defeitos, etc.). Determine os itens de controle e verificação dos diversos níveis envolvidos.

PROCESSO 5 – PLANO DE AÇÃO			
FLUXO	TAREFAS	FERRAMENTAS EMPREGADAS	OBSERVAÇÕES
1	Treinamento	Divulgação do plano a todos. Reuniões participativas. Técnicas de treinamento	Verifique quais ações necessitam da ativa cooperação de todos. Dê especial atenção a estas ações. Apresente claramente as tarefas e razão delas. Certifique-se de que todos entendem e concordam com as medidas propostas.
2	Execução da ação	Plano e cronograma	Durante a execução, verifique fisicamente e no local em que as ações estão sendo efetuadas. Todas as ações e o resultados bons ou ruins devem ser registrados com a data em que foram tomados.

PROCESSO 6 - VERIFICAÇÃO

FLUXO	TAREFAS	FERRAMENTAS EMPREGADAS	OBSERVAÇÕES
1	Comparação dos resultados	Pareto, cartas de controle, histogramas.	Deve-se utilizar os dados coletados antes e após a ação e o grau de redução dos resultados indesejáveis. Os formatos usados na comparação devem ser os mesmos antes e depois da ação. Converta e compare os efeitos, também em termos monetários.
2	Listagens dos efeitos secundários		Toda alteração do sistema pode provocar efeitos secundários positivos ou negativos.
3	Verificação da continuidade ou não do problema	Gráfico seqüêncial	Quando o resultado da ação não é tão satisfatório quanto o esperado, certifique-se de que todas as ações planejadas foram implementadas conforme o plano. Quando os efeitos indesejáveis continuam a ocorrer, mesmo depois de executada a ação de bloqueio. Significa que a solução apresentada foi falha.
2 NÃO ? SIM	O bloqueio foi efetivo?	Pergunta: A causa fundamental foi efetivamente encontrada e bloqueada?	Utilize as informações levantadas nas tarefas anteriores para a decisão. Se a solução foi falha retornar ao processo 2 (OBSERVAÇÃO).

PROCESSO 7 - PADRONIZAÇÃO

FLUXO	TAREFAS	FERRAMENTAS EMPREGADAS	OBSERVAÇÕES
1	Elaboração ou Alteração do Padrão	Estabeleça o novo procedimento operacional ou reveja o antigo pelo 5W2H. Incorpore sempre que possível um mecanismo Fool-proof ou à prova de bobeira. (Poka-Yoke)	Esclarecer no procedimento operacional o que, quem, quando, onde, quanto e principalmente por quê, para atividades que efetivamente devem ser incluídas ou alteradas nos padrões já existentes. Verifique se as instruções, determinações e procedimentos implantados no processo 5 devem sofrer alterações antes de serem padronizados, baseado nos resultados obtidos no processo 6. Use a criatividade para garantir o não reaparecimento dos problemas. Incorpore no padrão, se possível, o mecanismo "À prova de bobeira", de modo que o trabalho possa ser realizado sem erro por qualquer trabalhador.
2	Comunicação	Comunicados, circulares, reuniões, etc.	Evite possíveis confusões: estabeleça a data de início da nova sistemática, quais as áreas que serão afetadas para que a aplicação do padrão ocorra em todos os locais necessários ao mesmo tempo e por todos os envolvidos.

continua

PROCESSO 7 – PADRONIZAÇÃO continuação			
FLUXO	TAREFAS	FERRAMENTAS EMPREGADAS	OBSERVAÇÕES
3	Educação e treinamento	Reuniões e palestras Manuais de treinamento Treinamento no trabalho	Garantia que os novos padrões ou as alterações existentes sejam transmitidas a todos os envolvidos. Não fique apenas na comunicação por meio de documento. É preciso expor a razão da mudança e apresentar com clareza os aspectos importantes e o que mudou. Certifique-se de que os funcionários estão aptos a executar o procedimento operacional padrão Proceda o treinamento no trabalho no próprio local. Providencie documentos no local e na forma que forem necessários.
4	Acompanhamento da utilização do padrão	Sistema de verificação do cumprimento do padrão. Realize o "C" do PDCA	Evite que um problema resolvido reapareça devido à degeneração no cumprimento dos padrões; ▪Estabelecendo um sistema de verificações periódicas; ▪Delegando o gerenciamento por etapas; ▪O supervisor deve acompanhar periodicamente sua turma para verificar o cumprimento dos procedimentos operacionais padrão.

PROCESSO 8 - CONCLUSÃO			
FLUXO	TAREFAS	FERRAMENTAS EMPREGADAS	OBSERVAÇÕES
1	Relação dos Problemas remanescentes .	Análise dos resultados. Demonstração gráficas.	Buscar a perfeição, por um tempo muito longo, pode ser improdutivo. A situação ideal quase nunca existe, portanto, delimite as atividades quando o limite de tempo original for atingido. Relacione o que e quando não foi realizado. Mostre também os resultados acima do esperado, pois são indicadores importantes para aumentar a eficiência nos futuros trabalhos.
2	Planejamento do ataque aos problemas remanescentes .	Aplicação do método de solução de problemas nos que forem importantes	Reavalie os itens pendentes, organizando-os para uma futura aplicação do método de análise e solução de problemas. Se houver problemas ligados à própria forma que a solução de problemas foi tratada, isto pode se transformar em tema para projetos futuros.

continua

PROCESSO 8 – CONCLUSÃO continuação			
FLUXO	TAREFAS	FERRAMENTAS EMPREGADAS	OBSERVAÇÕES
3	Reflexão	Reflexão cuidadosa sobre as próprias atividades da solução de problemas: • Folhas de verificação mais completas! • Aperfeiçoar o diagrama de causa e efeito! • Melhorar o cronograma!	Analise as etapas executadas do método de análise e solução de problemas nos aspectos: 1) Cronograma – Houve atrasos significativos ou prazos folgados demais? Quais os motivos? 2) Elaboração do diagrama causa-efeito – foi superficial? Isto dará uma medida de maturidade da equipe envolvida. Quanto mais completo o diagrama, mais habilidosa é a equipe. 3) Houve participação dos membros? O grupo era o melhor para solucionar aquele problema? As reuniões eram produtivas? O que melhorar? 4) As reuniões ocorreram sem problemas (faltas, brigas, imposições de idéias)? 5) A distribuição de tarefas foi bem realizada? 6) O grupo ganhou conhecimentos? 7) O grupo melhorou a técnica de análise e solução de problemas, usou todas as técnicas?

4. PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO DE FALHAS

Em todo processo produtivo, é provável a ocorrência de algo sair errado. Isto não significa que devemos aceitar os erros e sim contar com a ocorrência dos mesmos. Precisamos entender por que alguma coisa falha e ser capazes de medir o impacto da falha, atentando para àquelas que são críticas ou possam a vir comprometer todo o processo produtivo, a fim de tomarmos medidas preventivas para a não reincidência da falha.

Falhas de Projeto

O projeto global de uma produção pode ser a causa primeira de uma falha. Alguma característica de demanda não observada ou ignorada pode gerar falha. Temos que considerar que o projeto deve ser apropriado para a produção prevista, diferenças entre o previsto e realizado proporcionam a ocorrência de falha, por exemplo um projeto de lay-out deverá satisfazer as necessidades presentes e permitir futuras alterações para satisfazer também as necessidades futuras.

Falhas de Instalações

Todas as instalações (máquinas, equipamentos, edifícios e acessórios) também podem incorrer em falha, podendo ocorrer uma interrupção na atividade produtiva total ou parcial. Mais importante que uma parada no processo produtivo são os efeitos desta parada.

Falhas de Pessoal

Podemos classificar as falhas de pessoas em dois tipos: *erros e violações.* "Erros" são aqueles que ocorrem por engano de julgamento. "Violações são atos que são claramente contrários ao procedimento operacional definido.

Falhas de Fornecedores

Todo sistema depende da qualidade dos inputs para que consiga produzir bens ou serviços também com qualidade, em outras palavras se o fornecedor entregar a matéria-prima fora do prazo previsto ou com especificações diferentes da solicitada provocará a ocorrência de erro dentro do sistema produtivo.

Falhas de Clientes

Os clientes podem usar mal os produtos e serviços que a produção produziu. A falta de atenção dos clientes, a incompetência ou a falta de bom senso podem ser a causa da falha. É responsabilidade das organizações educar, treinar e informar os clientes e de projetar seus produtos e serviços de forma a minimizar a probabilidade de falhas.

Falhas como uma oportunidade

Quando da ocorrência de uma falha seja ela qual for, é certo que o ser humano está por de traz dela, e isto nos leva a identificar o culpado pelo erro. É preciso mudar este conceito e perceber que toda falha é uma oportunidade de melhoria. Ao identificarmoss uma falha, em vez de sairmos a procura do culpado devemos estudar a falha e como ocorreu a mesma e daí introduzirmos mudanças que proporcionem garantia de não ocorrer novamente a falha, isto sim é uma melhoria do processo.

4.1. MEDIÇÃO DE FALHAS

Há três formas principais de medir falhas:

- *Taxas de falhas* – com que freqüência uma falha ocorre;
- *Confiabilidade* – a probabilidade de uma falha ocorrer;
- *Disponibilidade* – o período de tempo útil disponível para a operação.

"Taxa de falhas"e "confiabilidade"são diferentes formas de medir a mesma coisa – a tendência de uma produção, ou parte dela, de falhar. Disponibilidade é uma medida das conseqüências da falha na produção.

Taxa de Falhas

A taxa de falhas é calculada como o número de falhas em um período de tempo. A Taxa de falhas (TF) normalmente é calculada a partir da análise dos dados de operação real ou testes. Pode ser medida como uma porcentagem do número total de produtos testados ou como o número de falhas no tempo:

$$TF = \frac{\text{número de falhas}}{\text{Número total de produtos testados}} \times 100$$

Ou:

$$TF = \frac{\text{número de falhas}}{\text{Tempo de operação}} =$$

Confiabilidade

A confiabilidade mede a habilidade de desempenho de um sistema, produto ou serviço como esperado durante o tempo. Se os componentes de um sistema forem todos interdependentes, uma falha em um componente individual pode causar a falha de todo o sistema. Quanto maior o número de componentes interdependentes de um sistema, tanto menor será sua confiabilidade. Calculamos a confiabilidade de todo o sistema com a fórmula abaixo:

$$R_s = R_1 \times R_2 \times R_3 \times \ldots\ldots R_n$$

Onde:

R_s = Confiabilidade de todo o sistema

R_1 = Confiabilidade do componente 1

R_2 = Confiabilidade do componente 2

Etc.

Tempo Médio Entre Falhas (TMEF)

Uma outra medida de falha é o *tempo médio entre falhas* (TMEF) de um componente ou sistema. O TMEF é o recíproco da taxa de falhas (em tempo), o qual calculamos com a seguinte fórmula:

$$TMEF = \frac{\text{horas de operação}}{\text{Número de falhas}} =$$

Disponibilidade

Disponibilidade é o grau em que a produção está pronta para funcionar. Uma produção não está disponível se ela acabou de falhar ou está sendo consertada após a falha. Quando a disponibilidade está sendo usada para indicar o tempo de operação, excluindo a conseqüência da falha, é calculada como segue:

$$D = \frac{TMEF}{TMEF + TMDR} =$$

Onde:

D = Disponibilidade

TMEF = Tempo médio entre falhas da produção

TMDR = Tempo médio de reparo, que é o tempo médio necessário para consertar a produção, do momento em que falha até o momento em que está operando novamente.

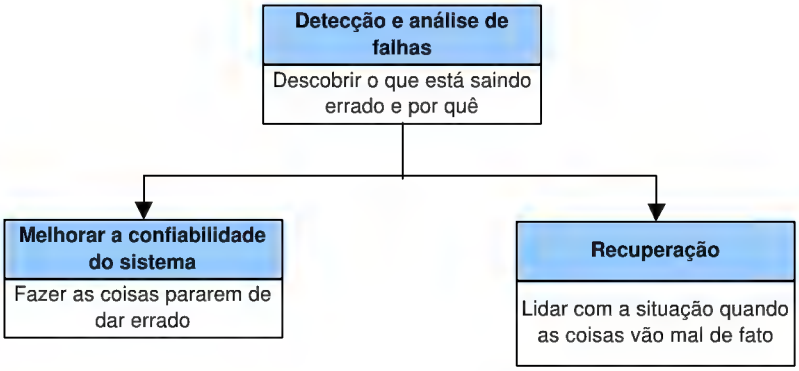
4.2. PREVENÇÃO E RECUPERAÇÃO DE FALHAS

Os gerentes de produção têm três conjuntos de atividades que se relacionam a falhas.

1. Diz respeito à compreensão de quais falhas estão ocorrendo na produção e por que ocorrem;
2. Analisar as formas de reduzir a probabilidade de falhas ou minimizar as conseqüências das mesmas.
3. Elaborar políticas e procedimentos que ajudem a produção a se recuperar das falhas quando ocorrerem.

1. Detecção e análise de falhas

Mecanismos para detectar falhas:



a) Verificações no processo. Os empregados verificam que o serviço é aceitável durante o próprio processo. Isto é realizado freqüentemente em restaurantes.

b) Diagnósticos de máquinas. Uma máquina é testada fazendo-se ela passar através de uma seqüência prescrita de atividades planejadas para revelar quaisquer falhas ou falhas potenciais. Procedimentos de assistência técnica de computadores muitas vezes incluem este tipo de verificação.

c) Entrevistas na saída. No final de um serviço, o pessoal pode formal ou informalmente verificar se o serviço foi satisfatório e procurar descobrir problemas assim como obter elogios.

d) Pesquisas telefônicas. Estas podem ser usadas para solicitar opiniões sobre produtos ou serviços.

e) Grupos focalizados. São grupos de clientes aos quais se pede que, em conjunto, focalizem alguns aspectos de um produto ou serviço. Estes podem ser usados para descobrir problemas específicos ou atitudes mais gerais em relação ao produto ou serviço.

f) Fichas de reclamações ou folhas de feedback. Estas são usadas por muitas organizações para solicitar pontos de vista sobre os produtos e serviços. O problema neste caso, é que muito poucas pessoas tendem a completá-los.

g) Questionários. Estes podem gerar uma resposta ligeiramente mais alta do que as fichas de reclamações. Podem, entretanto, gerar somente informações gerais, a partir das quais é difícil identificar queixas individuais específicas.

Análise de falhas

A análise de falhas é a atividade de entender por que ocorreu a falha. Existe muitas técnicas para esta análise, como:

a) Investigação de Acidentes – feita por peritos, que fazem recomendações para minimizar ou mesmo eliminar a probabilidade de essas falhas ocorrerem novamente. Ex. Petrobrás.

b) Confiabilidade do Produto – Mais freqüente devido a legislação, as empresas adotam responsabilização pelo produto. Todas as falhas em produtos podem ser rastreadas até o processo que as produziu, até os componentes a partir dos quais foram feitos ou os fornecedores que os forneceram. Isto significa que qualquer falha pode ser retificada e também que, se necessário, todos os outros produtos similares podem ser recolhidos para verificação.

c) **Análise de Queixas –** É receber as queixas e dar a devida atenção. As análises de reclamações também envolvem o rastreamento do número real de queixas no tempo, que pode ser um indicativo do desenvolvimento de problemas. A principal função da análise de queixas envolve analisar o "conteúdo"das queixas para entender melhor a natureza do problema da forma como é percebido pelo cliente.

d) **Análise Crítica de Incidentes** – A análise crítica de incidentes simplesmente exige que os clientes identifiquem os elementos dos produtos ou serviços que acharam particularmente satisfatórios ou não satisfatórios.

e) **Análise de Efeito e Modo de Falhas (FMEA)** – Failure Mode And Effect Analysis), tem como objetivo identificar as características do produto ou serviço que são críticas para vários tipos de falhas. É um meio de identificar falhas antes que aconteçam, através de um procedimento de "lista de verificação" (check-list); que é construída em torno de três perguntas-chave;

i. Qual é a probabilidade de a falha ocorrer?
ii. Qual seria a conseqüência da falha?
iii. Com qual probabilidade essa falha é detectada antes que afete o cliente?

Baseado em uma avaliação quantitativa dessas três perguntas, é calculado um número de prioridade de risco (NPR) para cada causa potencial de falha. Ações corretivas que visam prevenir falhas são então aplicadas às causas cujo NPR indica que justificam prioridade.

É essencial um processo de sete passos:

- **Passo 1 –** Identificar todas as partes componentes dos produtos ou serviços.
- **Passo 2 –** Listar todas as formas possíveis segundo as quais os componentes poderiam falhar (os modos de falhas)
- **Passo 3 –** Identificar os efeitos possíveis das falhas (tempo parado, segurança, necessidades de consertos, efeitos para os clientes).

- **Passo 4 –** Identificar todas as causas possíveis das falhas para cada modo de falha.
- **Passo 5 –** Avaliar a probabilidade de falha, a severidade dos efeitos da falha e a probabilidade de detecção (as tabelas abaixo ilustram escalas de avaliação que podem ser usadas para quantificar esses três fatores)
- **Passo 6 –** Calcular o NPR multiplicando as três avaliações entre si.
- **Passo 7 –** Instigar ação corretiva que minimizará falhas nos modos de falhas que mostram um alto NPR.

A. Ocorrência de Falhas

Descrição	Avaliação	Possível ocorrência De falhas
Probabilidade remota de ocorrência Não seria razoável esperar que ocorresem falhas	1	0
Baixa probabilidade de ocorrência	2	1:20.000
Geralmente associada com atividades similares a outras anteriores com um número relativamente baixo de falhas	3	1:10.000
Probabilidade moderada de ocorrência	4	1:2.000
Geralmente associada com atividades similares a outras anteriores que tiveram falhas ocasionais	5	1:1.000
	6	1:200
Alta probabilidade de ocorrência	7	1:100
Geralmente associada com atividades similares a outras anteriores que tradicionalmente causaram problemas	8	1:20
Probabilidade muito alta de ocorrência de falhas	9	1:10
Quase certo que falhas importantes ocorrerão.	10	1:2

B. Severidade das Falhas

Descrição	Avaliação
Severidade pequena Uma falha muito pequena que não teria efeito notável no desempenho do sistema	1
Severidade baixa	2
Uma falha pequena que causa somente leve aborrecimento aos clientes.	3
Severidade moderada	4
Uma falha que causaria algum descontentamento, desconforto ou aborrecimento ou causaria deterioração notável no desempenho.	5
	6
Alta severidade	7
Uma falha que ocasionaria um alto grau de descontentamento dos clientes	8
Severidade muito alta Uma falha que afetaria a segurança.	9
Catastrófica Uma falha que pode causar danos à propriedade, ferimentos sérios ou morte.	10

C. Detecção de Falhas

Descrição	Avaliação	Probabilidade De detecção
Probabilidade remota que o defeito ou falha atinja o cliente Não seria razoável esperar que uma falha dessas não fosse detectada durante a inspeção, teste ou montagem.	1	0 a 15%
Baixa probabilidade de que a falha atinja o cliente	2	6 a 15%
	3	16 a 25%
Probabilidade moderada de que a falha atinja O cliente	4	26 a 35%
	5	36 a 45%
	6	46 a 55%
Alta probabilidade de que a falha atinja O cliente	7	56 a 65%
	8	66 a 75%
Probabilidade muito alta que a falha atinja O cliente	9	76 a 85%
	10	86 a 100%

Análise de Árvore de Falhas

Este é um procedimento lógico que começa com uma falha ou uma falha potencial e trabalha "para trás", com a finalidade de identificar todas as possíveis causas e, portanto, as origens dessa falha. A árvore de falhas é construída de ramificações conectadas por dois tipos de nós: nós **E** e nós **OU**. As ramificações abaixo de um nó **E** precisam ocorrer para que o evento acima do nó ocorra. Somente uma das ramificações abaixo de um nó **OU** precisa ocorrer para que o evento acima do nó ocorra.

2. Melhorando a Confiabilidade das Operações

Redundância

Introduzir redundância em uma produção significa ter sistemas ou componentes de reserva para casos de falhas. Redundância significa duplicar ou mesmo triplicar alguns dos componentes de um sistema, de forma que esses elementos redundantes possam entrar em ação quando um componente falha. Ex. Gerador de eletricidade back-up, pessoal de reserva, etc.

Dispositivos para identificar falhas

O conceito de prevenção de falhas surgiu com a introdução dos métodos japoneses de aperfeiçoamento da produção. Chamados de ***Poka-Yoke*** (de *Yokeru* (prevenir) e *Poka* (erros de desatenção), sua idéia é baseada no princípio de que os erros humanos são inevitáveis até certo grau. O importante é prevenir que se tornem defeitos. *Poka-Yoke* são dispositivos ou sistemas simples (preferencialmente baratos) que são incorporados em um processo para prevenir erros de falta de atenção dos operadores, que provocam defeitos.

Exemplos de dispositivos *Poka-Yoke*:

- sensores/interruptores em máquinas que somente permitem sua operação se a peça estiver posicionada corretamente;
- gabaritos instalados em máquinas através dos quais uma peça deve passar para ser carregada ou tirada da máquina – uma orientação ou tamanho incorreto param o processo;
- contadores digitais em máquinas para assegurar que o número correto de cortes, golpes ou furos tenha sido feito;
- listas de verificação que devem ser preenchidas, seja para a preparação de uma atividade ou em sua conclusão;
- feixes de luz que ativam um alarme, se uma peça estiver posicionada incorretamente.

Exemplos para prevenção de falhas do prestador de serviço:

- codificação colorida de teclas de caixa registradora para previnir entrada incorreta em operações de varejo;
- a concha de batatas fritas do McDonald's, que pega a quantidade certa de batatas fritas, na orientação correta para serem introduzidas no pacote;

- bandejas usadas em hospitais, com entalhes de forma adequada a cada item necessário para uma cirurgia – qualquer item que não estiver de volta em seu lugar no final da produção pode ter sido deixado no paciente;
etc.

Exemplos de prevenção de falhas do cliente:

- travas nas portas dos toaletes de aviões, que precisam ser fechadas para acender a luz;
- sinais sonoros nos caixas automáticos de bancos para assegurar que os clientes retiraram seus cartões;
- barras de altura em divertimentos de parques de diversões para assegurar que os clientes não excedam as limitações de altura;
- etc.

4.3. MANUTENÇÃO

Manutenção é o termo usado para abordar a forma pela qual as organizações tentam evitar as falhas cuidando de suas instalações físicas.

Três Abordagens Básicas para a Manutenção

a) **Manutenção Corretiva –** é quando deixamos as instalações continuarem a operar até que quebrem. O trabalho de manutenção é realizado somente após a falha ter ocorrido.

b) **Manutenção Preventiva –** a manutenção preventiva visa eliminar ou reduzir as probabilidades de falhas por manutenção das instalações em intervalos pré-planejados.

c) **Manutenção Preditiva –** a manutenção preditiva visa realizar manutenção somante quando as instalações precisarem dela.

Recuperação

Decidir o que farão quando as falhas de fato ocorrerem é a atividade chamada de recuperação. Não é necessariamente a falha em si que leva ao descontentamento de um cliente, mas freqüentemente a resposta da organização à falha. Uma boa recuperação pode transformar clientes zangados, frustados, em clientes leais. Uma resposta efetiva à falha pode ter um alto retorno em termos do sucesso de longo prazo da organização.

4.4. PLANEJAMENTO DE RECUPERAÇÃO DE FALHAS

a) **Descobrir –** quando ocorrer uma falha a primeira coisa a ser feita é descobrir a natureza exata da falha. Para isto, precisamos saber o quê aconteceu exatamente. Em segundo lugar, quem será afetado pela falha; e, terceito, por que a falha ocorreu?

b) **Atuar –** agir rapidamente a respeito da falha, devemos: primeiro, dizer às pessoas importantes envolvidas (cliente) o que você está propondo fazer a respeito da falha; segundo, os efeitos da falha precisam ser limitados, com a finalidade de parar a propagação das conseqüências e a geração de falhas adicionais. Terceiro, é preciso haver algum tipo de acompanhamento para assegurar que as ações de limitação realmente limita a falha.

c) **Aprender –** No planejamento de recuperação de falhas, a aprendizagem envolve reexame da falha para descobrir sua causa primeira e então eliminar as causas da falha com o projeto de engenharia, de forma que não aconteça novamente.

d) **Planejar –** envolve identificar primeiro todas as falhas que podem ocorrer; segundo, significa definir formalmente os procedimentos que a organização deveria seguir no caso de cada tipo de falha identificada.

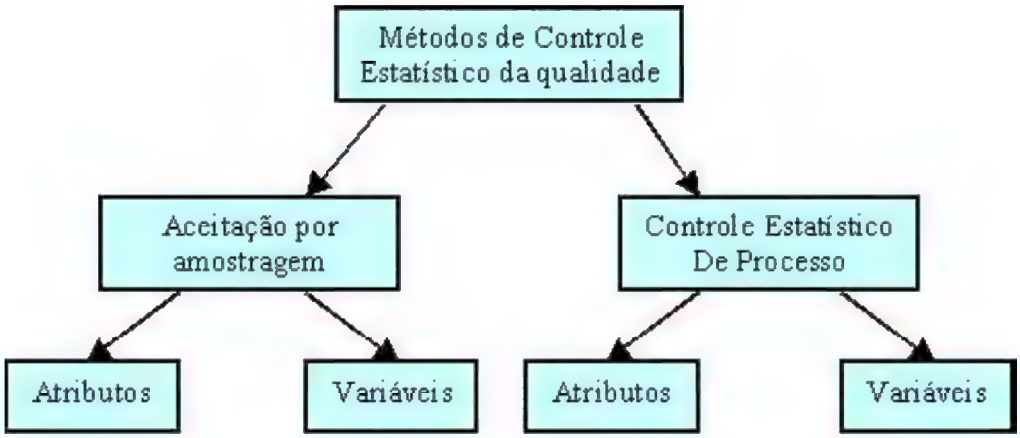
5. MÉTODOS DE CONTROLE ESTATÍSTICO DA QUALIDADE

Existe duas grandes razões pelas quais deve-se usar métodos de controle estatístico da qualidade, ***testar*** ou ***inspecionar*** uma amostra, em vez da população inteira de itens, isto torna o processo mais rápido e econômico, requerendo menos trabalho.

Os métodos estatísticos para qualidade podem ser divididos em duas amplas categorias:

a) aceitação por amostragem, que avalia a qualidade dos produtos que já tenham sido produzidos;
b) controle estatístico de processo, que avalia se um processo está ou não se comportando dentro dos limites encontrados.

A aplicação dos métodos de controle estatístico da qualidade pode ser dividida em duas categorias adicionais: a primeira abordagem utiliza dados do tipo ***atributos*** (dados que são contados, como o número de componentes defeituosos produzidos ou o número de clientes insatisfeitos); a segunda abordagem utiliza dados do tipo ***variáveis*** (dados que são medidos, como o comprimento de um cabo ou o peso de uma embalagem). Cada abordagem pode ser utilizada tanto na aceitação por amostragem quanto no controle estatístico de processo.



Quando usamos uma amostra proveniente de uma grande população ou das saídas geradas por um processo, em vez de monitorar a população ou o processo inteiro, existe a possibilidade de que os resultados da amostra não sejam representativos da população ou do processo real. Quando isso ocorre, temos um erro de amostragem.

Dois tipos de erros podem ocorrer:

- **erro α, erro do tipo I, ou risco do produtor**
- **erro β, erro do tipo II, ou risco do consumidor**

O erro α, do tipo I, ou risco do produtor, ocorre quando a população é considerada ruim ou o processo é considerado fora de controle, quando o oposto é verdadeiro.

O erro β, erro do tipo II, ou risco do consumidor, ocorre quando a população é considerada boa ou o processo é considerado sob controle, quando realmente ele não está.

5.1. ACEITAÇÃO POR AMOSTRAGEM

É realizado em componentes já existentes, a fim de determinar se eles estão em conformidade com as especificações. A inspeção total ou 100% é justificada quando o custo da perda ocorrida por não inspecionar é maior do que o custo de inspeção.

Planos de Amostragem

A amostragem de aceitação envolve uma amostra tomada de um lote e uma decisão de aceitar ou rejeitar o lote, comparando o número de defeitos encontrados na amostra com um número aceitável predeterminado. Se o número de defeitos realmente encontrados for menor ou igual ao número aceitável de defeitos por amostra, devemos aceitar todo o lote. Se o número de defeitos realmente encontrados for maior do que o número aceitável de defeitos por amostra, devemos então rejeitar todo o lote.

- Se X ≤ C , então aceite todo o lote
- Se X > C , então rejeite todo o lote

Onde:

X = número de defeitos realmente encontrados

C = número aceitável de defeitos por amostra

Os propósitos de um plano de amostragem são testar um lote para determinar sua qualidade e garantir que a qualidade seja aquela suposta.

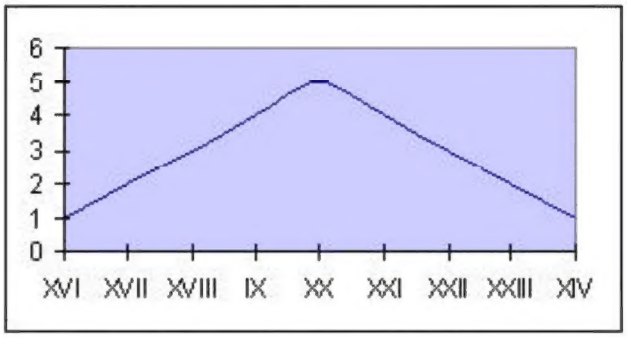
5.2. CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO – CEP

É um método quantitativo para monitorar um processo repetitivo, a fim de determinar se um dado processo está operando adequadamente.

O CEP utiliza coletas de dados de processo em tempo real e compara as medidas atuais com os medidores básicos de desempenho do processo.

5.3. DISTRIBUIÇÃO

Descreve o modo em que várias medidas estão distribuídas entre os eixos (X e Y) na população. Por exemplo: Após investigarmos as idades dos alunos de uma classe de aula, constatamos os seguintes dados:



Qtde alunos	Idade
1	16
2	17
3	18
4	19
5	20
4	21
3	22
2	23
1	24

5.4. MÉDIA ARITMÉTICA

É a média obtida pela somatória dos valores do item individual, dividida pelo número de itens da população, obtida pela fórmula abaixo:

$$\mu = \frac{\Sigma X_i}{N}$$

Onde:

μ = média da população

Σ = somatória

X_i = valor do item individual

N = número de itens da população.

5.5. AMPLITUDE

A amplitude é igual a diferença entre o valor máximo e o mínimo da distribuição, obtida pela fórmula abaixo:

$$R = X_{max} - X_{min}$$

Onde:

R = amplitude

X_{max} = maior valor da distribuição

X_{min} = menor valor da distribuição

5.6. DESVIO PADRÃO

É o σ' (sigma linha) de uma população e é calculado com o uso da seguinte expressão:

$$\sigma' = \frac{\Sigma (X_i - \mu)^2}{N}$$

5.7. LIMITES DE CONTROLE

Os limites de controle são fronteiras que delimitam a região onde o processo deve trabalhar, considerando sob controle o processo que estiver entre os dois limites (superior e inferior)

LSC = Limite superior de controle
LIC = Limite inferior de controle

Para ambos limites aplica-se a média + ou – o desvio padrão. A definição do limite de controle irá determinar o nível de aceitação do produto ou processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DAVIS, Mark. *et al.* **Fundamentos da administração da produção.** 3. ed. São Paulo: Bookman, 2001.

GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da Produção e Operações**. 3. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

MARTINS, Petrônio; LAUGENI, Fernando P. **Administração da produção.** São Paulo: Saraiva, 1999.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações.** 2ª ed. São Paulo: Pioneira, 1996.

PIRES, Silvio. **Gestão estratégica da produção.** Piracicaba, Unimep, 1995.

RUSSOMANO, Victor Henrique. **Planejamento e Controle da Produção**. 6 ed. São Paulo: Pioneira, 2000.

SLACK, N. *et. al.* **Administração da produção.** São Paulo: Altas, 1997.

TUBINO, D. F. **Manual de planejamento e controle da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.